

平成 29 年度 修士論文

3D ペンによる造形表現についての一考察

～美術教育における教材化への可能性と課題～

弘前大学大学院 教育学研究科
教科教育専攻 美術教育専修
デザイン分野

15GP216

清水 大俊

<目次>

序章・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	1～3 頁
第一節 3D ペンについて	
第二節 3D プリンターについて	
第三節 研究目的と問題の所存	
第一章 3Dペンの造形方法・表現について・・・・・・・・	4～9 頁
第一節 研究方法	
第二節 造形方法について	
第三節 造形方法の検証結果と考察	
第二章 筆者の作品についての考察・・・・・・・・	10～17 頁
第一節 作品の概要	
第二節 作品の制作方法・表現の検証	
第三節 本作品の検証結果と考察	
第三章 ワークショップの実践報告・・・・・・・・	18～20 頁
第一節 ワークショップの概要と検証内容	
第二節 ワークショップの結果と考察	
第四章 授業実践の報告・・・・・・・・	21～23 頁
第一節 授業の概要と検証内容	
第二節 生徒の作品について	

第三節 アンケートの結果と考察

終章 本研究の総括・・・・・・・・・・・・・・・・・・24～26 頁

第一節 3D ペンの造形方法・表現の総括

第二節 美術教育における教材化の可能性と課題

図版リスト・・・・・・・・・・・・・・・・・・27 頁

参考文献・資料・・・・・・・・・・・・・・・・・・28 頁

謝辞・・・・・・・・・・・・・・・・・・29 頁

序章

第一節 3D ペンとは

ここ数年で、空中に自在に絵を描ける道具として 3D ペンというものが登場してきた。このペンは、WobbleWorks LLC が 3D ペン開発のための Kickstarter キャンペーンを立ち上げたことによって広まり、Kickstarter とは、英国の出資者募集サイトである。ここで開発中の 3D ペンのプロモーションビデオを紹介したところ 2 日にして 100 万ドルが集まり、製品化するための資金を確保でき、2013 年から世界中で「3Doodler」という商品名で発売されたものである。2017 年の現在では、様々な会社から 3D ペンが販売されている。

3D ペンとは、ペン先から樹脂でできたフィラメントと呼ばれるものを溶かし、それをペン先から押し出して立体物を形作するという、3D プリンターの熱溶解積層法の仕組みを利用し、それを手作業で行うことにより造形物を作る道具である。

フィラメントというものは、3D プリンターでも取り扱われる同じ材料であり、その材料は ABS 樹脂と PLA 樹脂の 2 種類存在する。ABS 樹脂は粘りや硬さがあり、強度のある成形物を制作することが可能である。PLA 樹脂は ABS 樹脂よりも低温で成形することが可能であり、ABS 樹脂の欠点である熱変成が少ないが、熱に弱いので成形し終えたものが熱を与えることによって変形してしまう場合がある。

次に、3D ペンの価格は安価なもので約 4000 円前後、高価な物は約 17000 円前後である。価格での性能の差は主に、ペン先の冷却システムやフィラメントの出る速度の微調整や温度調整機能、安全機能搭載等などが値段の高いものほど高性能である。

実際に、筆者が所有している図 1 の Crenova が発売している 3D ペン（価格は 7000 円前後）、と図 2 の 3DWORLD が発売している物（価格は 3800 円前後）を使用して比較したところ、図 1 の方は図 2 とは違い温度調整機能によりフィラメントを好みの温度で造形していくことが可能であり、温度調整の幅は 160℃～210℃まで設定可能である。また、フィラメントの押し出す速度は、8 段階まで調節可能である。図 2 の方についても、速度調節機能は実装されているが、図 1 のものほど細かく調整することは不可能であった。冷却機能についても図 1 のほうが長時間使用したときのペン先が熱くなりにくいという結果を得た。総じて、造形をしていくにあたってはどちらの製品も同じ造形が可能であるが、使いやすいのは値段の分、図 1 のほうが値価格に比例し高機能で使いやすいという結果が得られた。



図 1



図 2

第二節 3D プリンターとは

3D プリンターとは、通常の紙等に平面的に印刷するプリンターに対して、3DCAD、3DCG データを元に立体を造形する機器のことである。ここ数年で 3D プリンターというものが製造業を中心に建築・医療・教育・航空宇宙・先端研究など幅広い分野で普及している。これが、製造分野では製品や部品などのデザイン検討や機能検証などの施策やモックアップとして、建築分野ではコンペやプレゼン用の建築模型として、医療分野では術前検討用モデルとして、教育分野ではモノづくり教育のツールとして、航空宇宙分野ではジェットエンジンやロケットエンジンの機能部品の制作に、先端研究分野ではそれぞれの研究用とに合わせたテストパーツ、治具などの作成用とで使用されている。また、10 万円以下で購入可能な低価格 3D プリンター市場の隆繁に伴い、ホビー用途や個人の制作などでの使用も増加してきている。このようなことから、3D プリンターは物を制作することに関して十分に重要なものであると考える。また、3D プリンター普及の歴史は表 1 の通りである。

表 1

1980 年	名古屋市工業試験所の研究者である小玉秀男が光造形法を発明し、特許を出願。これが現在の 3D プリンターの元祖とされる。
1984 年	アメリカの企業が光造形に関する特許をアメリカと日本で出願願。
1986 年	世界初の 3D プリンターメーカーである 3DSysremsCorp が誕生。 アメリカで「粉末燃焼結造形法（SLS）」に関する特許出願。
1987 年	3DSysremsCorp による光造形による 3D プリンターが商品化。これが初の 3D プリンターである。
1989 年	アメリカで「熱溶解積層法（FDM 法）」に関する特許出願。
2009 年	「熱溶解積層法（FDM 法）」に関する権利期間が満了となり、特許権が失効。これにより、いくつものメーカーやベンチャー企業が格安で 3D プリンターをリリース。
2012 年	クリス・アンダーソン著の「MAKERS～21 世紀の産業革命が始まる～」によって 3D プリンターの名前が一気に浸透。
2013 年	オバマ大統領による一般教書演説で 3D プリンターの可能性を言及し、世界的に大きな注目を集める。

次に、3D プリンターの造形の仕組みの基本は、コンピューター上で作った 3D データと設計図として、その断面形状を積層していくことで立体物を作成するというものである。そして、その方法には、液状の樹脂に紫外線などを照射し少しずつ硬化させていく光造形法、熱で融解した樹脂を少しずつ積み重ねていく熱溶解積層法(FDM 法)、粉末樹脂、粉末金属を焼結することによって立体形状を作成する粉末焼結積層造形法などがある。

現在では、2009 年に熱溶解積層法による特許が切れたため、それによる熱溶解積層法を

用いた低価格 3D プリンターがリリースされたことにより、熱溶解積層型の 3D プリンターが幅広く普及し様々な範囲での使用が行われている。

第三節 研究目的と問題の所在

3D ペンは 3D プリンターと違い手作業による造形となるので、正確なものを制作するデジタル造形と異なり、自由度の高い表現が可能である。その証拠として、3D ペンを開発した公式 HP（ここでいう公式 HP とは、3D ペンを最初に開発した会社である WobbleWorks の製品である「3Doodler」の独占販売契約をしたナカバヤシ株式会社による 3D ペンの HP を指す。）には、「3Doodler は様々な方法で立体を作ることができます。そのまま 3D を描くように立体を描いたり、テンプレートをなぞって平面的なモチーフを描いたり、パーツを作ってそれらを組み合わせて一つの立体にするなど際限がなく、また決まった作り方もありません。3Doodler を使いながら自分なりの作品を自由に描いてください。」と記載されている。しかし、3D ペンは自由な方法で物を制作可能とされていても、どのような表現が可能であるか、どのような方法で形を制作することが可能なかなどの具体的な検証はほとんど行われていないのが現状である。したがって、本研究では、3D ペンの造形表現についての考察を行う。

また、3D ペンは教育現場、とくに美術教育での利用を考察することにより、様々な可能性が考えられる。その理由として、3D プリンターは、今の産業への影響は十分に大きく様々な分野で使用されてきている。そうした中で、この 3D ペンを使用し、児童に 3D プリンターの仕組みを理解させることは大切であるのではないかと考えるからである。また、美術の学習は絵画、彫刻といった昔からの技法を教わっているイメージが強い。しかし、現代の美術の授業では映像メディアやコンピューター等の新しい技術、表現についても取り扱うようになってきており、この 3D ペンもその 1 つとして新しい美術表現の教材にすることで児童たちの表現の幅を広げることに繋がるのではないかと考える。

よって、本研究は、3D ペンによる造形方法、造形表現を筆者の作品から、どのような表現が 3D ペンで可能なのかを考察していき、そこから、美術教育での 3D ペン利用の様々な可能性や課題を、ワークショップや授業実践のデータを元に検証を行うものである。

第一章 3D ペンの造形方法・表現について

第一節 研究方法

序論でも述べた通り、3D ペンは自由な表現をすること可能なのか、具体的にどのような技法によってどのような表現が可能なのか具体的に考察が行われていない。そこで、本章では筆者が制作した3D ペンによる試作品を元にその造形方法について解説をしていき、そこから本章は、どのような制作が可能なのか、どのようなものが制作短所なのかを検証していく。

そして、検証する試作品は以下の図3～図11である。

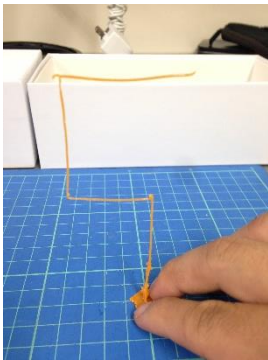


図 3

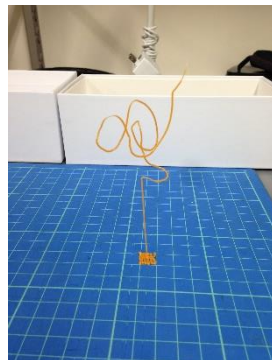


図 4



図 5



図 6



図 7

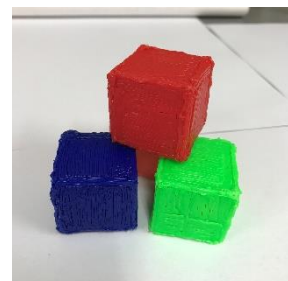


図 8



図 9



図 10

試作品の制作意図と実践試験は以下の通りである。

図3 空中での直線表現は可能なのか

図4 曲線表現は可能なのか

図5 図3と図4での検証を踏まえて複雑な立体物を十分に作ることが可能なのか

図 6 平面的な表現は思い通りに形にすることが可能なのか

図 7 色の組み合わせは可能なのか

図 8 面を組み合わせで立体の表現は可能なのか

図 9 図 8 を踏まえて曲面を制作するためにはどのようにすればよいのか

図 10 積層による立体技法はどの程度可能なのか

第二節 造形方法について

3D ペンでの造形は自由自在であるとされているが、その造形の方法については制作した試作品から 5 つのパターンによって分類されるのではないかと考えた。各造形方法は以下の通りである。

①地面から立ち上げて造形して行く方法

3D ペンは空中に絵を描くことが可能であるペンとして販売されており、実際に扱ったところ、図 3 のように地面から空中に向かって直線的にフィラメントを立ち上げていくことが可能であった。しかし、直線的な物から曲線的な物の制作を行った結果、思い通りに曲線を制作することが不可能であり、図 4 のような不規則な曲線を作成することになった。このようなことから、3D ペンで何もない地面から直線的な線で形を制作することは簡単に行うことが可能であるが、曲線的な線で形を制作して行くことは比較的困難であるという結果が得られた。しかし、この空中での曲線の操作の不規則さを利用しつつ、形を形成すると図 5 のようなものも作成する可能性がある。

②平面で線を描いて造形する方法。

2 つ目の方法は、鉛筆などで絵を描くようにして平面で線を描いていく方法である。図 6 では、画用紙などの紙に鉛筆などで絵を描いた後に、その線をなぞっていくことによって、平面上で自由な形を制作した。3D ペンのペン先の温度は大体 160℃～210℃であり、画用紙などの紙であれば焦げることもなく溶けたフィラメントが紙に粘着してしまうということもない。したがって、それを利用して紙に描いたイラストをなぞることにより、平面上では、図 6 のようなものが制作可能であった。また、ほかの色同士を組み合わせることで、図 7 のように複数の色を組み合わせることも可能である。

③面を組み合わせで造形する方法

3 つ目の方法は、2 の方法を応用したものであり 3D ペンで平面をいくつか制作し、それをペンで溶着させることによって、立体物を作る方法である。図 7 では、紙に正方形のイラストを描きそれを 3D ペンでなぞって形作り、面同士を溶着させて作った立方体である。

④型を取って形を形成する方法

4つ目の方法は、既存の物体からフィラメントを巻き付けるようにしながら型をとって形を形成する方法である。図9では、ガラスのコップに3Dペンで巻き付けていくことでコップを造形した。この方法では、既存の物体から型と取っていくので、型取った後にきちんと抜き出せる構造の物体でないといけない抜き勾配という形を作成するという問題はあるが、曲面の表現を容易に制作することが可能である。

⑤積層による造形方法

5つ目の方法は、積層によって形を形成していく方法である。3Dペンは、3Dプリンターの動作と同じデジタル入力をアナログの手作業で行っているものと言え、3Dプリンターは基本的にプラスチックを薄い層にして重ねながら物を制作している。このようなことから、3Dペンでも同じことが可能である。図10では、積層によって門のようなものを制作した。

第三節 造形技法の検証結果と考察

第二節から3Dペンでの造形方法を5つに分類した。この節では、それらの造形方法が第一節で示した検証結果について考察する。そして、3Dペンを販売している公式HPには3Dペンで制作した作品がGalleryに紹介されており、それらの作品も参考にしつつ、3Dペンはどのような表現が可能か、不可能かを考察していく。

①空中での直線表現は可能なのか

図3のことから、3Dペンで、直線的に形を作り立体物を制作していくことは動作上容易だといえる。例えば、図11は、公式HPのGalleryに紹介されている作品の一つであるが、これの柱の部分に注目すると、3Dペンによる直線の組み合わせで美しい柱を表現されている。このような表現から、3Dペンは直線を組み合わせて立体物を形成していくことは非常に適していると考えられる。また、このような表現を木などのほかの物で行うと接着剤などで接着させる必要がでてくると考えられるが、3Dペンはこのペン一本で溶着させることが可能であるので非常に作業効率にも優れている。



図 11

②空中での曲線表現は可能なのか

図4の検証によって、3Dペンのみでの空中で曲線を正確に形成することは不可能であった。その原因としては、フィラメントを熱で溶かして形を形成していくため、ペン先からでたフィラメントは柔らかいままであり重力によって下方向に垂れてきてしまうためである。そのため、正確な曲線を描くことは不可能であるが、下方向に垂れてきてしまっ

いるフィラメントを手などで抑えたり引っ張ったりすることにより、ある程度の意図した曲線表現は可能である。

③図3と図4での検証を踏まえて複雑な立体物を十分に制作することが可能であるのか

図3と図4を組み合わせて制作した図5はトランペットである。このように、地面から立ち上げて造形して行く方法では、②で言及した問題はあるが、表現したいモチーフの細かい描写は表現が困難であれども、そのモチーフが何であるかおおよその形は表現することが可能である。公式HPの作品である図12もこの方法によるものだと判断でき、誰が見ても馬を表現していると理解できる。よって、複雑な立体物を制作することが可能であるかと述べると、おおよそ可能であると考ええる。



図 12

④平面的な表現は思い通りに形にすることが可能なのか

図6により、平面での表現は思い通りの形にすることが可能である。平面での表現となると、ペンの制御が地についているので②で言及した重力によって形が変化することもないため、鉛筆で自由な線を描くように3Dペンでも表現することが可能である。公式HPの作品である図13では、この方法により、紙に書いたイラストを元に3Dペンで表現し、美しい鶏が描かれている。このようなことから、平面での線の表現は鉛筆と変わらないほど自由に表現することが可能であると考ええる。



図 13

⑤色の組み合わせは可能なのか

図7より、複数の色を組み合わせせて作品を作ることは可能なのかということを試した結果は、可能であった。そのようなことから、図12、図13の作品から見られるように様々な色が使われて作品が制作されている。色の変更についても3Dペンは取り換えが簡単である。そして、色の種類は数十種類と豊富にあり、その中には絵具や色鉛筆などでは表せない透明色や蛍光色などの特殊なものも存在している。よって、それを利用した造形というのも面白い表現が可能であるのではないかと考える。

⑥面を組み合わせる表現は可能なのか

図 8 から、3D ペンで面をつくって立体を組み立てて造形する表現は可能であった。しかし、その面は平面から制作を行っている以上、この方法では曲面をもった立体物は表現することが困難な問題が存在した。しかし、曲面を持たない立体物であれば例えば、公式 HP にある図 14 では、建物の壁を制作するのに面を組み合わせる造形方法が使われていると判断し、このように、建物の表現などには非常に有用である。



図 14

⑦図 8 を踏まえて曲面を制作するためにはどのようにすればよいのか

なめらかな曲面を 3D ペンで制作するためにはどのようにすれば良いのかを考察した結果、第二節で述べた型を取って形作る方法にたどり着いた。その問題点として前述した通り、型を取って形を形成するため、その型からきれいに抜き出すことを考えていかなければならない。これを十分に扱うことにより、図 9 のようになめらかな曲面を制作することが可能である。この造形方法では、型を取る物体をどのように用意するかが重要な点となる。例えば、図 9 のコップのように実物から直接型を取る方法もあれば、次章で述べる論者の作品の例のように針金を立体的に組み合わせた型から形をとる方法も考えられる。他にも粘土等さまざまな素材をもとに型をとることも考えられるであろうが、本研究では検証には至っていないため言及するにとどめておく。

⑧積層による技法はどの程度可能なのか

序章で 3D ペンと 3D プリンターについて触れたが、いずれも同じ仕組みであることから積層による表現が可能である。しかし、デジタル表現とアナログ表現では必ず差異があるはずである。そのようなことから、3D ペンの手作業での積層造形は 3D プリンターのデジタルな積層造形をどこまで再現可能であるのか検証した。

その結果として、判断することは積層造形によって大まかな形をとることはある程度可能である。しかし、論者が仮定したデジタルとアナログの差異はやはり存在する。例えば、手作業による積層造形ではペンで面を描く際、端に達したら折り返しができるため、そこにフィラメントの溜まりが生じてしまう。3D プリンターではその部分がヘラによって即座にそぎ落とされきれいな面が整えられる。ただ、そのようなデジタル表現にはない人の手による造形特有の温かみを感じられる場合もあるため、同じものを 3D プリンターと 3D ペンで制作した場合どちらが良いのかは決められないと考えている。

このようなことから、積層による造形は手作業特有のゆがみ等はあるが自由に表現が可能であると考えられる。

以上の通り、第一節から第三節において 3D ペンによる造形方法の分類および自身の設定した検証結果から考察した。その結果、3D ペンによる造形の方法は 5 つに分類されると想定され、その表現はある程度幅があるものであった。また、その造形方法、表現方法を組み合わせることにより、より自由度の高い造形表現が 3D ペンにより可能であるのではないかと考えた。次章では、本章で述べたこと踏まえながら、筆者の作品制作について検証し、3D ペンの表現の可能性について考察していく。

第二章 自身の作品についての考察

この章では、前章で述べたようこと念頭に、3D ペンで作品を制作した。この制作による検証としては以下の事である。

- ①どの程度の大きさの作品を制作することが可能なのか
- ②3D ペンで実物に近いものをどの程度表現可能なのか
- ③湾曲した曲面をどのように表現することが可能なのか
- ④3D ペン独自の表現をすることは可能なのか

また、制作した作品は以下のものである。



図 15-1



図 15-2



図 15-3



図 15-4



図 15-5



図 15-6

第一節 作品の概要

本作品のタイトルは「丘からそびえる城」であり、タイトル通り城と丘を 3D ペンによって制作を行った。城のモデルは、図 16 の 13 世紀に神聖ローマ皇帝フリードリヒ 2 世によって建築された、イタリア共和国南部のプッリャ州アンドリアの郊外にあり、世界文化遺産にも登録されている「カステル・デル・モンテ」を参考にしている。その理由は、この城は八角形を象徴的に取り入れた設計になっており、このような規則的な構造表現を



図 16

3D ペンで正確に制作することが可能なのかという検証からである。丘についても検証することがあり、前章で述べた 3D ペンで型を取って形を形成する方法での一つの例として示したものとなっている。城以外の丘の含む周りの風景は、この城に合うような風景を想像した世界を制作した。また、本作品では透明色のフィラメントのみで制作しており、その透明を生かすために内側に照明を設置した照明作品となっている。

第二節 作品の制作方法・表現の検証

本作品は前章で述べた造形方法がすべて使われて表現されており、この節ではその制作方法・表現について解説していく。

①城の表現

1.城壁の表現

城の城壁は、図 17 のようにまず紙に設計図を描いて、それを 3D ペンで面を作っていくようにして制作していった。この時、城壁の窓や屋根、玄関などの装飾は積層による方法で表現した。また城壁自体も積層によって厚みを持たせている造形となっている。

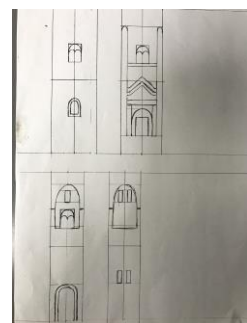


図 17

2.柱の表現

城の正八角形で形成された八本の柱は、図 18 のように正八角形の立体をプラスチックで作成し、それから型と取る方法によって正確な八角形の柱を制作していった。しかし、この立体にそのまま 3D ペンで型を取っていってしまうとプラスチック同士が熱で溶けて溶接し合ってしまう。その解決法として、立体物をアルミホイルでくるむことにより、プラスチック同士が溶接し合う問題を解決することが可能であった。

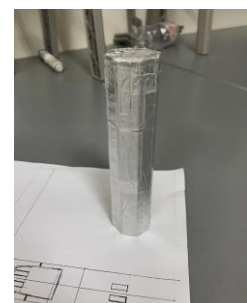


図 18

3.天井部の表現

城の天井の造形は、図 15-6 のようになっている。城壁のように設計図から面を制作していく方法ではなく、城壁と柱を溶接させた後に蓋をするように制作を行った。これは地面から立ち上げて制作していく方法に分類される。3D ペンでフィラメントを立ち上げていく媒体が地面から城壁になったイメージである。

②丘の表現

丘の制作は、まず、針金で大まかな原型を制作し、それを 3D ペンで型を取っていった。その際、針金だけではペンで型を取っていく際に空洞の部分によって凹面が生じて、滑らかな丘の曲線が表現不可能であったため、図 19 の右側のように、アルミホイルで空洞部分の隙間に膨らみを持たすように覆うことによって、丘の滑らかな曲面を表現することが可能となった。さらに、この針金での型の作成方法は、ねぶたの組み方を参考にしたものである。なお、ここでいうねぶたとは、青森県内を中心に行われるねぶた祭りの山車を指し、針金による骨組みに和紙を貼り内部から光を当てた灯籠の事を指す。ねぶたでは、針金を覆うものが和紙であったが、それを 3D のフィラメントに置き換えてみるという検証でもある。

また、丘の頂上部分の曲面表現は、図 20 のように 3D ペンで枠組みを制作いくことにより、図 21 のような表現が可能であった。この枠組みの制作は、フィラメントを出しているときの空中でペンを制御している際に、手でフィラメントを引くことにより曲がった線を形成していくことが可能である。3D ペンのペン先からでたフィラメントは固まるのに数秒だが、その数秒の間に手で触ることにより、形をある程度変えることが可能であり、それを利用して、十分に手で曲線を形成していった。このとき、ペン先からでたフィラメントは高熱であるため、触ると熱いので作業の際は熱さを感じない程度の時間でなければならなかった。

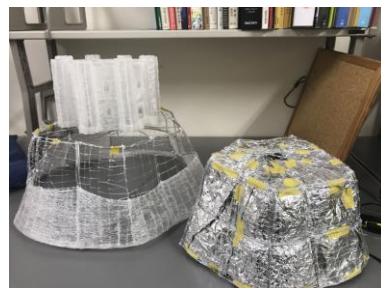


図 19



図 20



図 21

③橋の表現



図 22-1



図 22-2

橋の造形は図 22 のようになっている。橋の制作は、城の城壁部分のように平面に設計図を描いて道の部分を制作した。このとき、積層により橋の装飾を行ったが、道の部分を層の厚い部分と薄い分に分類することにより、縞模様を表現することが可能であった。

次に、橋を支える支柱は、あらかじめ図面などを用意せず、3D ペンにより空中に直線を重ねていくような形で表現した。これは、設計図を作成した方が正確に制作可能ではないか考えていたが、それで制作する際、丘と橋を溶接させる際にペンが届きにくい空間が存在したり、フィラメントの熱変成によるゆがみにより正確な長さを制作することが困難な問題が存在したからである。

④木の表現



図 23-1



図 23-2

3D ペンの地面から立ち上げて造形して行く方法を使い、図 23 のように木を表現することが可能であった。これは、地面からフィラメントを空中に伸ばし木の土台を作った後に、枝の部分を 3D ペンで溶着していく作業を繰り返して制作したものである。前章で述べたように 3D ペンは空中での直線表現は比較的容易であるので、木の枝などはそれを表現することに適していた。

⑤光の表現



図 24



図 25

本作品は、内側に照明を設置することにより透明なフィラメントの特性を生かして光を透過させたものであり、作品の内側には図 24 のように電球が設置されている。電球を配置するための骨格は針金を使用し、そこから絶縁テープで電球を固定している。

電球の種類については、城の部分は白の LED を使用し、土台である丘の部分は白熱電球を使用している。城と丘で電球を分割した理由としては、城の部分を白熱電球にしてしまうと、白熱電球と作品の距離が近く、熱でプラスチックが変形してしまう可能性があるからである。

丘の部分については、電球との距離が離れているため熱による造形物の変形は無く、また、丘の造形は図 25 のように適度に隙間が空いていることから、熱を逃がす構造となっているので熱がこもってしまうという問題も無かった。そして、色については、城と丘の色を分割することにより面白い光の表現が可能ではないかと考えたからである。

第三節 本作品制作の検証結果と考察

本制作を通して、筆者が設定した検証の結果と考察は以下の通りである。

①どの程度の大きさの作品を制作することが可能なのか

本作品の大きさは、長さ約 80cm、高さ約 30cm、幅約 46cm となっている。3D ペンと同じ仕組みを用いている 3D プリンターでは、一般的な家庭用に普及しているものの中で最大サイズのものでも、270mm×230mm×200mm になっている。このことから、本制作で制作した作品は非常に大きいものであると考察する。3D プリンターでは機械の動作範囲に必ず制限があるのに対し、3D ペンはその動作範囲は扱う人間の手によるので動作範囲に制限がない。したがって、3D ペンは大きな物も制作することが可能である。

しかし、これだけ大きい作品となると制作時間がかかることが結果として得られた。本制作は、1 日約 8 時間～約 10 時間程度の作業を 2 週間続けて完成に至った。総時間で表すと、約 112 時間～約 140 時間もの時間を要している。この理由としては、3D ペンというのは鉛筆の芯程度の太さのフィラメントをひたすら層のように重ねて制作していくためである。

このことから、3D ペンでどの程度の大きさの作品が制作可能であるかという点、強度や重量、構造上の問題が存在すると考えられるが、どのような大きさのものでも時間さえかければ制作可能であると考えられる。

②3D ペンで実物に近いものをどの程度表現可能なのか



図 26



図 27

この検証によって、3D ペンで各種造形方法を組み合わせて制作することにより、プラモデルやジオラマなどのクオリティレベルには及ばないが、城の制作から、形に関しては比較的実物に似せたように再現することが可能であったと考えられる。その理由として、城の造形は 3D ペンでの多少のゆがみが生じているが、正八角形を主軸として計算された城である「カステル・デル・モンテ」の特徴を十分に表現することが可能であり、また装飾についての細かい造形も城の玄関の部分である図 26 のように、積層技法によって表すことが可能であった。

しかし、今回は本作品での制作では困難であった点も存在する。それは、城の制作で使用するフィラメントを ABS 樹脂で制作したことである。3D ペンで今回のような大きな作品の制作を行った場合、小さい作品制作では発見することができなかった、熱変成によるゆがみの問題が存在した。図 27 の中央の柱を見ると、地面に対して垂直に立っておらず傾いている。これは柱を制作した時は直立していたが、フィラメントが冷めて固まっていく間に収縮して形が変形を起こしたためである。したがって、このような大きな作品の制作を正確に行う場合、今回の制作では検証することができなかったので想定でしか言えないが、熱変成の少ない PLA 樹脂を使用して制作した方が適正であったのではないかと考えられる。

次に、3D ペンは線を重ねていく方法で物を制作する場合、必ず表面に線上の物が層になる質感が現れる。この質感に関しては 3D ペン特有の質感であるので、この質感は面白いものであると考えている。しかし、この質感を消せる手段があれば、3D ペンでの造形がよりリアルなものとなる可能性もある。この制作では検証していないが、例えばプラモデルの塗装等で使われているサーフェイサーなどを吹き付けることによって線上の質感が消えて平らな面の質感を表現することが可能であると考察する。

③湾曲した曲面をどのように表現することが可能なのか

前章での試作品から、型を取ることによって曲面を十分に制作することが可能であると述べた。それを確認するための、本作品では、丘の制作は型をとって形を形成する方法によって表現を行った。その結果、丘の滑らかな曲線の表現は図 28 から見て取れるように可能であったと考えられる。



図 28

そして、その型を取るための素材として針金を用いた。その結果、針金で型を制作して曲面の表現をしていくことは、3D ペンで曲面の表現を行うことに非常に適しているのではないかと考える。その理由は、針金は自由自在に曲げられることから、様々な形を表現することが可能であるからである。したがって、型の制作が非常にやりやすいと考える。

また、今回の制作では 3D ペンで形をとった後、その制作した型から取り出しやすい造形であった。しかし、この型が複雑な立体であったりすると取り出しにくいと考えられるが、針金で型を制作したのであれば、ある程度 3D ペンで型の骨格を取った後、針金を切って分解して取り出すことが可能であるので、どのような構造の作品でも型を取ることは可能であるのではないかと考える。

このようなことから、湾曲した表現は針金を使って型を取るにより、滑らかな曲面を表現することが可能であると考える。

④3D ペン独自の表現をすることは可能なのか

今回の作品では、フィラメントの透明色を利用した光の表現を取り入れている。3D ペンで制作したものは、必ず 3D ペン特有の質感を持っている。この特有の質感は、作品をみて分かるように、表面に線上の層や手作業による線のゆがみのことである。この質感によって、内側からの光には暗い部分、明るい部分の強弱が不規則に生まれている。したがって、このような光の表現は 3D プリンターでは規則正しい線となるため、3D ペンで制作したからこそその表現であると考ええる。

以上のことから、本章では制作した作品から 3D ペンでの表現について考察してきた。しかし、筆者の作品は 3D ペンの造形表現の内の 1 つであり、このほかにも様々な 3D ペンでの表現が考えられる。例えば、3D ペンで制作したものに彩色をほどこすことや、絵画や彫刻などの作品と 3D ペンを組み合わせて制作することなどがあげられる。その点に関しては、本論文では検証していないので言及はできないが、今回の制作から 3D ペンでの造形表現の可能性を示唆できたと考える。

次章からは、本章までで述べてきた 3D ペンでの表現の可能性を美術教育で生かせるのではないかという点に対して考察していくために、3D ペンを扱ったワークショップ、模擬授業の実践検証をしていく。

第三章 ワークショップの実践報告

第一節 ワークショップの概要と検証

この章では、3D ペンの美術教育での可能性を示す前段階の実践である。このワークショップでは、子供から大人までの一般の人々合計 36 名で、3D ペンを使って、作品を作ってもらい、その作品の写真データとアンケートを収集した。ワークショップで制作してもらう物は、図 29 のようなものである。これは、シール紙に鉛筆でイラストを描き、その描いたものを 3D ペンでなぞっていきオリジナルのシールを作ってもらおうというものである。そして、その検証として設定したものは以下の事である。



図 29

作品から

①どの年齢層でも扱うことが可能なのか

アンケートから

②扱ってみてどのような感想をもったのか

③教育現場（授業等）で扱うことに対してどう感じるか

第二節 ワークショップの結果と考察

ワークショップの実践を行ってみて第一節で述べた検証について、以下のようなことが分かった。

①どの程度の年齢でも扱うことが可能なのか

今回のワークショップでは、対象年齢を絞らないで幅広い年齢層の人に 3D ペンを扱わせた。その年齢は 5 歳～62 歳である。5 歳の子供が制作した物は図 30 である。また、6 歳の子が制作した物は図 31 である。このようなことから、3D ペンの平面での表現をすることに関しては、3D ペンを初めて扱った 5 歳～6 歳の小さい子供でも十分に形を作り表現可能であることが実践結果から得られた。当然、5 歳～6 歳の子供がこのような 3D ペンでイラストを制作することが可能であることから、それより上の年齢の子供たち、大人たちも同じく作品を制作することが可能であった。

したがって、3D ペンは低い年齢の子供たちから大人まで幅広い年齢で扱える道具だと考察する。



図 30



図 31

②扱ってみてどのような感想をもったのか。

アンケートの結果、この質問についての皆さんの感想は、大きく分けて2つに分類された。1つ目は、「楽しかった・面白かった」等の感想であり、2つ目は、「難しかった」との感想をアンケートの結果から得られた。

1つ目では、アンケートを書いてもらった36名中、30名が「楽しかった・面白かった」等の感想を記入していた。したがって、3D ペンは非常に興味を引ける道具であると考ええる。

2つ目では、25名が「難しかった」等の感想を書いていた。しかし、その25名中の10名は「最初は難しかった」等の感想であり、扱っていくうちに慣れてきていた。また、難しいと答えた25名中の22名は、「楽しかった・面白かった」との感想も記入していた。したがって、3D ペンの操作については難しいといった印象が強いと考察する。しかし、今回作品を制作してもらった人たちは、3D ペンを扱うことは初めてであり、初めて扱う道具で作品を制作することは難しいと感じるのは当然であると考ええる。

次に、子供に扱わせした場合、熱を持つことによる火傷の危険があるのではないかという意見も出ていた。これに関しては、確かにペン先に触れてしまうと火傷のおそれがあり、危険なことである。しかし、熱を持つ道具の取り扱いが小学校・中学校等でさまざまに取り扱われている。図画工作・美術の授業においてはグルーガンなどが取り扱われている。したがって、きちんと怪我をしないように事前指導をすれば安全である。また、3D ペンの商品の中には子供向けにペン先の温度を抑えたものが発売され始めている。

③教育現場（授業等）で扱うことに対してどう感じるか

教育現場で3D ペンを扱うことに対して、賛成か反対か、またその理由について聞いてみたところ、31名が賛成、または3D ペンを教育現場で扱うことに対して肯定的な意見を記入していた。残りの5名は、その部分について無記載であったため結果が得られなかった。したがって、これらのデータから今回のアンケートについては、3D ペンを扱うことに対してほとんどが賛成であることが読み取れる。賛成の理由について大まかに分類していった結果次のように表された。

- 1 面白いから、楽しかったから
- 2 興味・関心を引くことができるから
- 3 想像力を働かせることができるから
- 4 中学校の授業では絵を描いたりすることが多くて新しいと思ったから
- 5 手先の不器用な子でも楽しく作業行えるから
- 6 平面から立体まで幅広く扱えるから

このようなことから、3D ペンを教育現場で扱うことに対しては、アンケートから見ると使ってほしいと感じている人が多いようである。

この章の実践から、3D ペンは幅広い年齢の人たちが扱えることが検証結果から得られた。また、3D ペンを扱った感想として、楽しい、面白いなどの良いイメージの感想を持つ人が多いことが結果から得られた。次に、教育現場で取り扱うことに関してもほとんどが肯定的であり、このことから、3D ペンは教育現場での利用できるのであれば使用したい、使用して欲しい人が多いのではないかと考える。

第四章 授業実践の報告

3D ペンを扱い、中学生を対象に授業実践を行った。

第一節 授業の概要と検証内容

対象

青森県東北町立上北中学校の文化部 1～2 年生の計 7 名（1 年生 1 人 2 年生 6 人）

日時

1 月 13 日の午前 9 時～午前 12 時、1 月 15 日の午前 9 時～午前 12 時である。

内容

3D ペンを使用して、学校空間においての標識をデザインし作ってもらった（詳細な授業内容は添付資料の方を参照）。

この授業実践のアンケートとして定めたものは以下の通りである。

- ①題材についてどう感じていたか
- ②3D ペンに興味を持てたのか
- ③3D ペンでの造形はどうであったか
- ④3D ペンをまた使いたいのか
- ⑤どのような物を作りたいか

第二節 生徒の作品について

生徒が制作した作品は図 32～図 37 である。



図 32



図 33



図 34



図 35



図 36



図 37

図 33 は美術室の標識を表現した物である。この作品は、生徒数名が協力して制作を行っていた作品である。図 34 は、技術室を表すものとして玄能を表現した立体の作品。図 35 は楽譜から音符が飛び出ているように表現した音楽室の作品である。図 36 を制作した子は、学校の備品である電子黒板の標識を制作していた。図 37 は被服室を表すものとして、服を着たキャラクターを制作していた。

第三節 アンケートの結果と考察

アンケートの結果から以下のデータが得られた。

①題材についてどう感じていたか

本題材は、学校環境をより良くするための標識づくりである。この題材は、美術の教科書の 1 つである開隆堂出版「美術 2・3」のデザインや工芸分野 P81「学校をデザインしよう」の部分进行参考にして設定した。その理由は、3D ペンで教科書の内容を取り扱ってみたらどうなるのかという検証からである。この教科書の内容の題材は、様々な素材を取り入れて学校の表示デザインを行われており、非常に材料を集めるのに苦劳であると印象を受けた。そこから、3D ペンであればペン一本でそれらのことを行えるため、適した道具ではないのかと考えたからである。

アンケートの結果から今回の題材について、「とても良い・良い・普通・よくわからない」の 4 項目から聞いたところ、7 人中 6 人がとても良いと記入しており、残り 1 人はよくわからないと記入していた。したがって、今回の生徒たちからはこの実践の題材の設定に関して、適していたのではないかと考えられる。

②3D ペンに興味を持てたのか

生徒たちが作品を制作して、3D ペンを扱ってみて興味を持つことができたのか「興味をもった・普通・興味をもてなかった」の 3 項目から聞いたところ、6 人が興味をもったと答えており、1 名が興味をもてなかったと答えた。したがって、3D ペンについて興味を持った子が多いが、興味を持てない子もいることがうかがえた。

③3D ペンでの造形はどうであったか

3D ペンでの造形はどうであったかについて「とてもよくできた・できた・普通・できなかった」の4項目に分けて聞いたところ、3名がとてもよくできた、2名が普通、残り2名ができなかったと記入した。

とてもよくできたと答えた人の作品を挙げると、図 33、図 34、図 35 である。この生徒たちは確かに筆者の目から見ても立体の表現を行うことができていると感じていた。普通と答えた2名の作品は、図 36、図 37 であった。図 37 を制作した子については、うまく扱えていると論者は思っていた。しかし、本人は普通である回答していたことから、生徒自身はより良い表現ができたであろうと思っていたと推察する。よくできなかったと感じた子は2名いたが、あらかじめ意欲が感じられなかったが1名と作品を1人で仕上げるができなかった生徒であった。ただ、1人で作品を仕上げるができなかった生徒でも、図 33 では協力させて作品を制作していたため、②のアンケートでは興味をもっていたことから、制作活動については楽しく作業を行っていた。

④3D ペンをまた使いたいのか

3D ペンをまた使いたいのかを「使いたい・使いたくない」を聞いた結果、6人が使いたいと回答し、1人が使いたくないと回答した。

⑤どのような物を作りたいか

今後、3D ペンを使ってどのようなものを制作したいか記入してもらった結果は以下のとおりであった。

- 1 円錐や円柱などの立体が作りたい。
- 2 文字
- 3 動物（猫・恐竜・熊）
- 4 車や家などの模型
- 5 食品サンプル
- 6 時計などの物

以上の結果が得られた。今回の生徒の回答からは、3D ペンで今後作りたいものは主に立体物が多いと読み取れた。

終章 本研究の総括

一章から二章において 3D ペンの造形方法と造形表現について制作した作品等から検証結果を元に考察してきた。本稿における考察内容のまとめは以下のとおりである。

第一節 3D ペンの造形方法・表現の総括

序章で、3D ペンはどのような造形が可能なのか、どのような表現が可能なのか具体的な検証はされていないと論じた。そこから、まず一章において、制作した試作品から、3D ペンの造形方法について 5 つに分類した。1 つ目は、地面から立ち上げて造形して行く方法。2 つ目は、平面で線を描いて造形する方法。3 つ目は、面を組み合わせる造形する方法。4 つ目は、型を取って形を形成する方法。5 つ目は、積層による造形方法である。

また、これらの方法からどのような表現が可能なのか検証した結果から、1 つ目の方法では、3D ペンはフィラメントの空中での直線表現は容易に行えることが検証結果から得られた。また曲線表現は難度が高いがそれによって作品を作った場合、表現したいモチーフの細かい描写は表現できなくとも、そのモチーフが何であるかのおおよその形は表現することが可能であるといえた。2 つ目の方法では、3D ペンは平面で絵を描くように表現していくことに関しては、鉛筆で自由な線を描くように自在に表現可能である。3 つ目の方法では、3D ペンで平面を制作し、それを組み合わせることによって立体表現が可能であるが、この方法では面を平面から制作しているため、曲面をもった立体を形成することは困難であると考えられる。4 つ目の方法は、型を取ることにによって、立体を制作することが可能であり、この方法では型さえ用意できればどのような形でも制作することが可能であった。5 つ目の方法では、3D プリンターと同じ技法である積層によって、自由な表現が可能であるが、手作業特有のゆがみ等は残るといった結果が得られた。したがって、3D ペンでの表現はある程度幅が広いものであると検証結果から得られ、その表現には様々な可能性があると考えられる。

二章においては、一章で 3D ペンの表現は幅が広いと言及したことから、その一例として指し示せるように作品の制作を行った。そして、この作品は、一章で分類した 5 つの制作方法全てを組み合わせている。制作の際には、設計図を描いてそこからパーツを制作したり、プラスチック板とアルミホイルを組み合わせた型作り、ねぶたの針金組みを利用した型など、十分に形を表現するための様々な試行錯誤を重ねた。したがって、3D ペンで作品を作る場合色々な表現を施すことが可能であり、筆者が行った表現方法以外にも様々な方法があるのではないかと考えられる。また、照明を設置することによって、透明色のフィラメントの透過性と手作業での独特のゆがみなどの、3D ペンで制作したものだからこそその光の表現も表すことが可能であった。

第二節 美術教育における教材化への可能性と課題

三章、四章では 3D ペンの美術教育への導入を考えた実践を行った。この 2 つの実践結果、3D ペンは制作する児童達に、興味・関心を持たせることが可能である道具だと考える。そして、3D ペンは年齢の低い子供から大人まで幅広く扱える道具であることが検証結果から得られ、実践を通して教育現場で使ってほしいという人がほとんどであった。しかし、新しいものを導入することはその題材の持つ有用性を示さなければならない。そこで 3D ペンの美術教育での有用性を挙げてみると以下の事が考えられると考察する。

1 つ目は、3D ペンは平面で絵を描くような表現から立体表現まで幅広い表現の方法が存在する。したがって、例えば小学校での取り扱いとなると、低学年では絵を描くような平面的な表現の学習を行うことができ、中学年では立体の表現、高学年ではそれらに応用した表現など段階を踏んで学習も可能である。このように、1 つの道具から絵を描くことや、立体的な表現の双方を学習することが可能であるのは 3D ペンだけではないかと考える。また、表現の方法も 3D ペンは多岐にわたるものであることを一章、二章から言及している。このような考えから、3D ペンは子供たちの表現の幅を広めることができる可能性の存在を確かめることができた。

2 つ目は、これまでの美術の授業でのプラスチックの扱いは主に、プラスチック板を切って加工することや既存のプラスチック製品をそのまま扱うこと程度しか行われていない。しかし、3D ペンはプラスチックを溶解して形を制作していく道具である。このことから、今までの美術の授業で行うことが不可能であったプラスチックによる自由な造形が可能となり、プラスチックの素材の持つ性質をより理解することが可能な道具であると考えられる。

3 つ目は、序章で 3D プリンターについて触れた通り、3D プリンターは製造業中心に様々な分野で普及しており、そこから多種多様な物が制作されている。例えば身近な物であれば、玩具の原型制作に利用されている。このようなことから、その仕組みについて 3D ペンを用いて学ばせ、現代のモノづくりの最先端の技術に触れさせることも可能であり、新しいデザイン教育の 1 つとなる。

以上の 3 点から、筆者は 3D ペンの美術教育における有用性について述べた。ここで述べたことはまだ完成にいたっていないため、実際に有用であるのかについてはまだまだ実証研究が必要だと考える。よって、今後の論者の活動の中で再度 3D ペンを扱うことがあるのであれば考察していきたい。

次に、3D ペンを美術教育で扱うに当たっての課題は以下のことが考えられる。

3D ペンを美術教育で扱うことの一番の問題はコストの面である。3D ペンは価格の安いもので 4000 円前後である。これを 1 クラス 40 名と仮定して全員分用意するとなると 16 万円となる。これは各学校美術の予算内で用意することは現状厳しいと考える。そのため、予算内に収めることができる価格に下がるまでは、学校現場で人数分導入することは

不可能である。しかし、3D ペンの価格は、年々下がってきており予算内で揃えられる金額まで下がってくるのであれば、人数分用意することも可能になってくるだろう。しかし、現状の段階で 3D ペンを授業で取り扱うとなると、作品を制作する際の補助道具として数本用意することは可能であると考え。例えば、デザインの授業で作品を作る際の表現としていろいろな素材を組み合わせるものがあるとした時、その 1 つの候補に 3D ペンを用意しておくこと等である。また、フィラメントの材料費自体は非常に安価であるといえ、二章で示した自身の作品にかかったフィラメントの材料費は、あの大きさを約 3000 円ほどである。したがって、3D ペン本体さえ用意してしまえば材料費はあまりかからないと考える。

図版リスト

- ・筆者撮影

図 1～図 10、図 15、図 17～図 37

その他図版引用元

- ・空中に絵を描ける世界初の 3D ペン 「3Doodler」

(<http://the3doodler.jp/> 2017 年 2 月 19 日アクセス)

図 11、図 12、図 13、図 14

- ・カステル・デル・モンテ

(<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%AB%E3%82%B9%E3%83%86%E3%83%AB%E3%83%BB%E3%83%87%E3%83%AB%E3%83%BB%E3%83%A2%E3%83%B3%E3%83%86> 2017 年 2 月 19 日アクセス)

図 16

参考文献・資料

- ・空中に絵を描ける世界初の 3D ペン 「3Doodler」

(<http://the3doodler.jp/> 2017 年 2 月 19 日アクセス)

- ・世界初の 3D ペン「3Doodler」共同開発者、Max Bogue インタビュー

(<http://makezine.jp/blog/2013/03/interview-with-3doodler-co-creator-max-bogue.html>

2017 年 2 月 19 日アクセス)

- ・3D プリンター

(<https://ja.wikipedia.org/wiki/3D%E3%83%97%E3%83%AA%E3%83%B3%E3%82%BF%E3%83%BC> 2017 年 2 月 19 日アクセス)

- ・カステル・デル・モンテ

(<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%AB%E3%82%B9%E3%83%86%E3%83%AB%E3%83%BB%E3%83%87%E3%83%AB%E3%83%BB%E3%83%A2%E3%83%B3%E3%83%86> 2017 年 2 月 19 日アクセス)

- ・文部科学省 平成 20 年度 『中学校学習指導要領解説 美術編』

- ・日本文教出版 平成 28 年度 『美術 1 出会いと広がり』

- ・日本文教出版 平成 28 年度 『美術 2・3 上 学びの始まり、美術 2・3 下 美の探求』

- ・開隆堂 平成 28 年度 『美術 1』 開隆堂 平成 28 年度 『美術 2・3』

- ・光村図書 平成 28 年 『美術 1』 光村図書 平成 28 年 『美術 2・3』

- ・秀学社 平成 28 年 『美術資料』。

- ・建帛社 2000 年 花篤實『美術教育の課題と展望』

- ・建帛社 2015 年 福田隆真、福本謹一、茂木一司『美術科教育の基礎知識』

- ・武蔵野美術大学出版局 2014 年 三澤一実『美術教育の題材開発』

謝辞

本研究を修士論文として形にすることが出来たのは、担当して頂いた石川教授のご指導のおかげです。また、研究の協力として、ワークショップに参加して頂いた方々、授業実践をさせて頂いた青森県東北町立上北中学校の先生方、子供たちには心より感謝いたします。

最後に、石川教授にはいろいろお手数をお掛けしましたが最後までご指導頂き本当にありがとうございました。

添付資料

第2学年、第3学年学習指導案（美術）

日時 1月13日、1月15日

対象 上北中文化部

場所 東北町立上北中学校

指導者 15GP216 清水大俊

1 題材名

「学校をデザインしよう～3D ペンを用いてみて～」

2 題材について

（1）題材観

[第2学年及び第3学年]

（2）伝える、使うなどの目的や機能を考え、デザインや工芸などに表現する活動を通して、発想や構想に関する次の事項を指導する。

イ 伝えたい内容を多くの人々に伝えるために、形や色彩などの効果を生かして分かりやすさや美しさなどを考え、表現の構想を練ること。

（3）発想や構想をしたことなどを基に表現する活動を通して、技能に関する次の次項を指導する。

ア 材料や用具の特性を生かし、自分の表現意図に合う新たな表現方法を工夫するなどして創造的に表現すること。

本題材は、中学校学習指導要領美術 A 表現（2）における、小項目（イ）、また（3）における、小項目（ア）に関わっている。学校という公共の場において、自分たちだけではなく訪れる人にも快適で親しみやすい表示をデザインさせることにより、場所や伝える内容を考えた形や色彩を工夫していくことで、心豊かになれる環境づくりの工夫を学び、思いが伝わるデザインをできるようになることを狙いとしている。

本題材では、3D ペンを使用して学校空間を対象とした表示をデザインし、創作に取り組ませる。中学校学習指導要領「指導計画の作成と内容の取扱い」p. 95（1）エにおいて、「表現の材料や題材などについては、地域の身近なものや伝統的なものも取り上げるようにすること。」とあり、身近な地域として学校空間を題材に設定した。

（2）生徒観

（3）指導観

現代の日本では、2020 年のオリンピックに向け各地で観光客に向けての表示やピクトグラムのデザインの変更が検討されている。そういったことから、人々が快適に過ごせるような空間づくりを学ばせることはとても大切であると考えている。よって、今回の授業では学校の空間を利用した表示デザインをさせることとした。3D ペンを道具として扱う理

由としては、今までの美術の授業でのプラスチックの扱いは主に、プラ盤を切って加工したり既存のプラスチック製品をそのまま使用することがほとんどであり、プラスチックを自由に加工していくことは難しかった。しかし、このペンを扱うことによって今まで美術の授業で行うことができなかったプラスチックによる自由な造形が可能になり、プラスチックという素材の性質をより理解させることができると考えたからである。

そのため、今回の授業ではプラスチックという素材の性質を理解させながら、場所に合わせた色や形を工夫させて、人々が快適に過ごせる表示デザインの構築について学ばせていきたい。また、3D ペンという生徒たちにとって新しい道具により、美術表現の新たな可能性を広げてもらい、そこから自分の美術に対しての意欲・関心と高めさせ自己の表現をきちんと表せるようにさせていきたい。

3 題材の目標

(1) 場所や目的に合った形や色を生かした表現をすることができる力を育てる。

【発想や構想の能力】

(2) 材料や用具の特性を生かした造形を創造することができる能力を育てる。

【創造的な技能】

4 題材の評価基準

美術への関心・意欲・態度	発想・構想の能力	創造的な技能	鑑賞の能力
①作品を作りながら、その造形要素や表現方法などに関心を持ち、意欲的に美術の基礎的能力を身につけようとし、それを生かして楽しく表現や鑑賞の創造活動に取り組んでいく。	①目的や条件などを基に、美的感覚を働かせて形や色彩の構成を考えながら表現の構想を練ることができる。	①材料や用具の特性を生かし、自分の表現意図に合う新たな表現方法を工夫するなどして創造的に表現することができる。 ②材料や用具、表現方法の特性などから制作の順序などを総合的に考えながら、見通しをもって表現することができる。	①感性や想像力を働かせ、制作者の意図や表現の工夫を感じ取り、その良さや美しさを他人に伝えることができる。

5 指導と評価の計画 (6 時間扱い)

題材	時間	おもな学習活動	評価基準	評価基準 A
アイディアスケッチ	1	3Dペンについての特性を理解する。 場所や目的を考えたアイディアスケッチをする。	関心・意欲・態度①	道具の特性に気づき、興味を持って話を聞くことができる。 評価方法 観察
			発想や構想の能力①	目的や条件などを基に形や色彩の表現の構想を練ることができる。 評価方法 観察、作品
表示を作ろう	4	3Dペンでの造形技法を紹介する。 アイディアスケッチを基に、表示を製作する。	関心・意欲・態度①	3Dペンでの造形技法に関心を持ち、積極的に話を聞くことができる。 評価方法 観察
			発想や構想の能力①	色や形の構成を意識しながら作品を作ることができる。 評価方法 観察、作品
			創造的な技能①	道具や材料の特性を生かして作品を作ることができる。 評価方法 観察、作品

			創造的な技能②	見通しを立てて時間内に制作を進めることができる。 <div>評価方法</div> 観察
鑑賞しよう	1	制作した作品を基に鑑賞を行い、ワークシートを書く。	鑑賞の能力①	ほかの人に制作した作品の意図や工夫したところを正確に伝えることができる ほかの人の作品の良さや工夫した点に気づくことができる。 <div>評価方法</div> ワークシート、観察

1 時限目

(1) 題材名 「学校をデザインしよう～3Dペンを用いて」

(2) 本時の目標

①集中して制作活動に取り組むことができる。

【関心・意欲・態度】

②場所や目的に合わせたアイディアスケッチをすることができる。

【発想・構想の能力】

③制作の見通しを立てることができる。

【創造的な技能】

(3) 展開

段階	学習内容	教師の働きかけ	予想される生徒の反応	評価・留意点
導入 10 分	3D ペンについての紹介	・ ペンを生徒が知っているのか確認をし、3Dペンとはどのようなものであるの説明する。また、3Dペンで作られた	・ 知らない ・ おもちゃ屋で見たことがある。	

	<p>2020年東京オリンピックで変更を検討されているピクトグラムの紹介</p>	<p>ものを生徒に見せる。</p> <p>2020年に行われる東京オリンピックにおいて、ピクトグラムが海外観光客向けに変更を検討している事実を説明し、そこから、表示デザインについての興味を持たせ、学習課題に繋げる。</p>		
	<p>学習課題 「学校を快適に過ごせる表示デザインをしよう！」</p>			
<p>展開 35 分</p>	<p>参考作品の紹介</p> <p>アイディアスケッチを描かせる。</p>	<p>・教師が作った参考作品を見せ、生徒に表示制作のイメージをより明確にさせる。</p> <p>アイディアスケッチに取り掛からせ、その時にデザインする際の場所に応じた目的・意図、色や形などを踏まえさせてじっくりと構想を練らせる。</p> <p>なかなか作業が進まない生徒に対してはアドバイスをする。</p>		<p>・道具の特性に気づき、興味を持って話を聞くことができる。</p> <p>評価方法</p> <p>観察</p> <p>・目的や条件などを基に形や色彩の表現の構想を練ることができる。</p> <p>評価方法</p> <p>観察、作品</p>

	後片付けをする。	後片付けをさせる。		
まとめ 5分	次回の説明	次回の説明をする。		

2 時限目

(1) 題材名 「学校をデザインしよう～3Dペンを用いて」

(2) 本時の目標

① 3Dペンでの造形技法を理解し、材料や用具の特性を生かしながら、創造的に表現を工夫することができる。

【創造的な技能】

② 色相や形の構想を考えながら表現することができる。

【発想・構想の能力】

③ 集中して制作活動に取り組むことができる。

【関心・意欲・態度】

(3) 展開

段階	学習内容	教師の働きかけ	予想される生徒の反応	評価・留意点
導入 8分	3Dペンの使い方を説明する。	・ 3Dペンを使用する際の取扱い方、注意する点を説明する。		
	学習課題 「学校を快適に過ごせる表示デザインをしよう！」			
展開 35分	3Dペンでの造形方法について紹介する。	・ 3Dペンでうまく形を作るには5つの方法があることを参考作品とともに説明する。		・ 3Dペンでの造形技法に関心を持ち、積極的に話を聞くことができる。
	アイディアスケッチをもと	・ 3Dペンを生徒たちに準備させ各自作	・ ○○の部分はどやうやって形を作れば良いの	<div>評価方法</div> <p>観察</p> <p>・ 色や形の構成を意識しな</p>

	に表示制作を始める。	業に取り掛からせる。制作が難航している生徒に対して適宜机間支援を行う。	ですか？ ・作った部分が壊れてしまいました、どうすれば良いですか？	がら作品を作ることができる。 <div>評価方法</div> 観察、作品 ・道具や材料の特性を生かして作品を作ることができる。 <div>評価方法</div> 観察、作品 ・見通しを立てて時間内に制作を進めることができる。 <div>評価方法</div> 観察
まとめ 5分	製作段階の確認をする。 次回の説明	生徒に後片付けを始める。 生徒に後片付けを始める。 生徒たちの制作途中の作品を生徒たちどうしで見せ合う。 次回の説明をする。		

3 時限目～5 時限目

(1) 題材名 「学校をデザインしよう～3Dペンを用いて」

(2) 本時の目標

- ① 3Dペンでの造形技法を理解し、材料や用具の特性を生かしながら、創造的に表現を工夫することができる。

【創造的な技能】

②色相や形の構想を考えながら表現することができる。

【発想・構想の能力】

③集中して制作活動に取り組むことができる。

【関心・意欲・態度】

(3) 展開

段階	学習内容	教師の働きかけ	予想される生徒の反応	評価・留意点
導入 5分	制作に取り掛かるための準備をする。	・各自生徒に使用する道具を用意させる。		
	学習課題 「学校を快適に過ごせる表示デザインをしよう！」			
展開 35分	制作を始める。	・制作が難航している生徒に対して適宜机間支援を行う。	・○○の部分はどうやって形を作れば良いのですか？ ・作った部分が壊れてしまいました、どうすれば良いですか？	・色や形の構成を意識しながら作品を作ることができる。 <div>評価方法</div> 観察、作品 ・道具や材料の特性を生かして作品を作ることができる。 <div>評価方法</div> 観察、作品 ・見通しを立てて時間内に制作を進めることができる。 <div>評価方法</div> 観察

	後片付けをする。	後片付けをさせる。		
まとめ 5分	製作段階の確認をする。 次回の説明	・生徒たちの制作途中の作品を生徒たちどうしで見せ合う。 次回の説明をする。		

6 時限目

(1) 題材名 「学校をデザインしよう～3Dペンを用いて」

(2) 本時の目標

① 3Dペンでの造形技法を理解し、材料や用具の特性を生かしながら、創造的に表現を工夫することができる。

【創造的な技能】

② 色相や形の構想を考えながら表現することができる。

【発想・構想の能力】

③ 自己の制作した作品の意図や工夫を他人に伝えることができる。

【鑑賞の能力】

④ 他の人の作品の良さや工夫した点を気づくことができる。

【鑑賞の能力】

(3) 展開

段階	学習内容	教師の働きかけ	予想される生徒の反応	評価・留意点
導入 10分	制作に取り掛かるための準備をする。	・各自生徒に使用する道具を用意させる。		
	学習課題 「学校を快適に過ごせる表示デザインをしよう！」			
展開 35分	制作を始め、作品を完成させる。 後片付けをする	・制作が難航している生徒に対して適宜机間支援を行う。 後片付けをさせる。	・〇〇の部分はどやうやって形を作れば良いのですか？ ・作った部分が壊れてしまいました、どうすれば良いですか？	

	る。 鑑賞をする。	ワークシートを配布し、生徒たちが制作した作品を工夫した点や制作意図などを発表し合う。またその作品について生徒たちに感想を述べさせる。	<ul style="list-style-type: none"> ・〇〇さんの△△のところがわかりやすく良かった。 ・〇〇の部分はこうしたほうが良かった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ほかの人に制作した作品の意図や工夫したところを正確に伝えることができる ・ほかの人の作品の良さや工夫した点に気づくことができる。 <div>評価方法</div> ワークシート、観察
まとめ 5分	感想を書く。	時間の授業を通しての感想を書かせる。		

6 準備物

教師側

画用紙、ハサミ、カッター、マスキングテープ、3Dペン、フィラメント、ワークシート等プリント

生徒側

鉛筆、定規