

〔研究ノート〕

小学校図画工作科における3D機器を活用した教材の開発 — 導入機器の検討と試行 —

Development of teaching materials utilizing 3D equipment in elementary school arts
and crafts : Examination and trial of introduced equipment

白石 恵里

Shiraishi Eri

1. はじめに

新学習指導要領（文部科学省，2017）において示された通り、2020年度から小学校プログラミング教育が必修化された。プログラミング教育は教科を新設するのではなく、各教科の内容を指導する中でプログラミング的思考を育成する授業を行うことと定められている。小学校図画工作科におけるプログラミング学習実践等の既往知見から、アプリケーション（以下、アプリ）を活用して描画したデジタル絵画を動かす活動や、プログラミングしたICT機器を工作物に取り付けて動かす活動など、動的表現にプログラミング体験を位置づける報告が多い（平田ら，2020）。しかし、図画工作学習を豊かにする手段としてプログラミング体験を位置づけるのであれば、描画・工作と機械的におこる動的表現を組み合わせるだけではなく、造形していく過程でプログラミング的思考を十分に発揮させる機械的なものづくりを体験する方が図画工作科の教科目標の達成度が高く、プログラミング教育が目指す創造的思考力の育成にもつながると考えた。

そこで本稿では、小学校図画工作科における3D機器を活用した教材開発のための基礎的な研究として、造形教材に活用できる3D機器を検討したので報告する。

2. 教材の概要及び機器の検討

2-1. 対象とする児童について

本稿で検討した3D機器および製品は、小学校中学年から高学年（3年生～6年生児童）を想定した。本稿では、児童を対象とした実践と効果の検証ができていないため、3D教材の適正年齢については、今後の研究で検討する。

2-2. 教材の概要および使用する機器とアプリ

本研究では、機械的なものづくりを体験できる図画工作科教材として、タブレット端末上で粘土のように自由に造形した形を、実際に触れる物体として実現可能にするため、様々な3D機器やアプリを調査し、表1に記す機器および製品の導入を検討した。

3Dプリンタとタブレット端末は、教育や美術分野での活用実績があり、日本語対応やアフターサービスが充実していること、再現性・造形性・操作性・互換性などの観点から

調査した。また、3Dスキャナーおよび3Dモデリングのアプリについては実際の使用感から検討し、直感的で分かりやすい操作画面であることや、無料または類似アプリに比べて低価格（サブスクリプションではなく買い切り）など金銭的負担が少なく導入のしやすい製品であることを選定の基準とした。3Dデータ編集と3D出力のアプリは3Dプリンタ専用の製品を用いた。

表 1. 試行に用いた機器および製品

種類	メーカー	品名
熱溶解樹脂積層方式3Dプリンタ	XYZ PRINTING	ダヴィンチJr. ProX+
タブレット端末	Apple	iPad (32 Gb)
3Dスキャナアプリ	EyeCue Vision Technologies LTD	Qlone 3Dスキャナー
3Dモデリングアプリ	Nga Nguyen	Putty 3D
3Dデータ編集アプリ	XYZ PRINTING	XYZmaker 3DKit
3D出力アプリ	XYZ PRINTING	XYZprint

2-3. 導入検討した機器・製品の試行

導入検討した機器および製品の操作性や実際の機器環境での互換性などを検証し、小学校図画工作科の教材として活用できる機器・製品であることを確かめるため、大分県立芸術文化短期大学美術科美術専攻と専攻科造形専攻の彫刻分野学生の協力により試行した。試行は2021年10月から12月（短大2年生2名、専攻科1年生1名）と、2022年9月から10月（短大1年生3名）に実施し、アンケート調査を行った。

3. 学生による試行

3-1. Qlone 3Dスキャナーの試行と評価

Qlone 3Dスキャナーは他の類似アプリに比べて操作が容易で互換性も高く無料で使用できる。3Dスキャンで得た3Dデータはアプリ上で編集可能であるが、stl等の3Dプリント可能なデータに変換するためのアップグレードにはアプリ内課金をする必要がある。本アプリの課金は他の類似アプリに多いサブスクリプションではなく買い切りであること、無料版でもスキャン数に制限がないことから、試行対象として選定した。スキャンする際は、専用マット¹を下敷きにして3Dスキャンを実行する。

学生による試行では、回転台の上に拡大印刷した専用マットを下敷きにして、学生の彫刻作品（素材：木、サイズH200mm×W600mm×D190mm）を回転させながらQlone 3Dスキャナーで撮影した（図1-A）。3Dスキャンしたデータをstl形式で書き出し、3Dプリンタ専用の編集アプリXYZmaker 3DKitに取り込んで傾き調整や出力補助物を取り付ける編集をした後、3Dプリンタ専用の出力アプリXYZprintで出力設定し（図1-B）、熱溶解樹脂積層方式3Dプリンタ：ダヴィンチJr. Pro X+で3Dプリントした（図1-C）。

試行の結果、操作の容易さや無料アプリにしては比較的精度が高くスキャンできることが検証できたが、彫刻を学ぶ学生にとっては精密さにおいて物足りなさを感じているようであった。しかし、作品の見え方が3次元の物体からデータへ変化したことで、客観的視点で各自の彫刻作品を再考することができ、作品に対する新たな気づきもあったようだ。



図1. Qlone 3Dスキャナー

A：学生が制作した木彫作品を3Dスキャンしたアプリ画面
 B：出力画面 C：3Dプリントした出力物

児童を対象として活用する場合、作品の視点を変えることや、鑑賞授業等で活用できる製品であると考えます。学生アンケート調査の結果については表2に記す。

表2. Qlone 3Dスキャナー試用における学生の評価

良い点	問題点
<ul style="list-style-type: none"> ・スキャンが簡単・手軽 ・客観的に形を見れる ・色もはっきり写り、形がきちんと出た ・意外と良い 	<ul style="list-style-type: none"> ・データの処理が難解 ・もっと精密さが欲しい ・小さい造形の複製には合うと思うが、大きな作品を制作する場合の模型作成に活用するには微妙（適さないと感じる） ・読み込むのが難しい（コツが必要）

3-2. Putty3Dの試用と評価

3DモデリングアプリPutty 3Dの造形は直感的で、タブレット画面上の立体を指でタップやドラッグしながら粘土のように形を変えて3D造形することができる（図2-A）。本アプリを試行対象として選定した理由は、立方体や球体などの図形を組み合わせる3Dモデリングではなく粘土のように制作者の自由なイメージで造形が可能であること、機能が単純で直感的・直接的な造形ができるため、児童の造形活動に適していると判断した。図2-Bに示すPutty 3Dでモデリングした3Dデータはstl形式に書き出して、ダヴィンチJr. Pro X+で3Dプリントできた（図2-C）。応用として、Qlone 3Dスキャナーで取り込んだデータとPutty 3Dでモデリングしたデータは、3Dプリンタ専用の編集アプリXYZmaker 3DKit

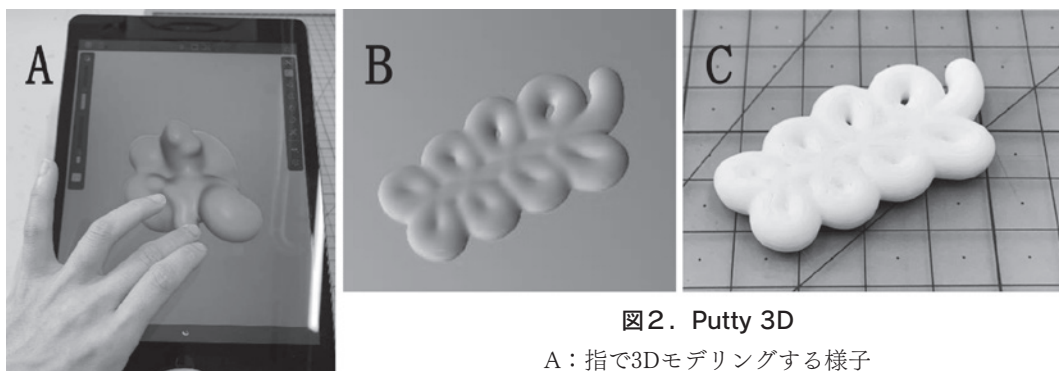


図2. Putty 3D

A：指で3Dモデリングする様子
 B：3Dモデリング画面 C：出力した造形物

を使って合成することも可能である。

学生による試行では、最初は機器操作に戸惑う様子が見られたが、日常的に立体をつくる学生たちは3D造形するうちに操作に慣れ、没頭して数多くの作品を制作した(図3)。学生アンケート調査の結果は、表3に記す。複雑な操作や機能を駆使した「3Dモデリング」のイメージとは違い、粘土遊びに近い感覚で自由に形をつくることのできるため、豊かな創造性を発揮させながら3D制作を楽しむことができるアプリであると考えられる。ICT機器を活用した図画工作科「A表現」の授業で実施されるプログラミング体験では、タブレット端末での描画や工作物にモーターなどの機器をつけて動かす動的表現の実践が多いが、このアプリを活用することでプログラミング的思考を伴う機械的な造形表現の制作が期待できる。

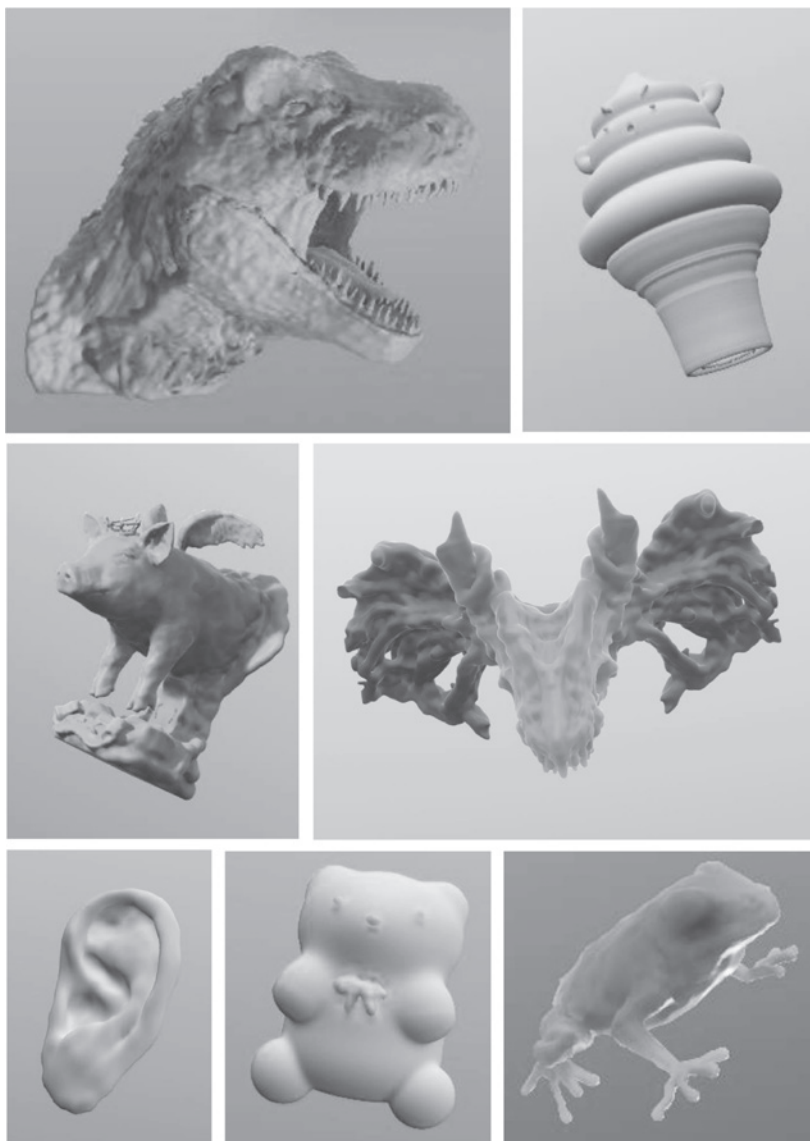


図3. 学生がPutty 3Dで造形した3Dモデリング(一部)

表3. Putty 3D試用における学生の評価

使用感	<ul style="list-style-type: none"> • 他のアプリに比べ、特別な専門知識は必要なく、誰でも直感的に形を作る事ができる • 思い通りのモデリングが難しいが、何度も繰り返す内に作りたい物を作れるようになり楽しい • つくりたい形がそのまま出せる
良い点	<ul style="list-style-type: none"> • ミラーリング機能で、左右対称のものが作りやすい（バランスよく形がとれる） • 他のアプリと比べ、ツールの数が圧倒的に少なく、沢山手順を踏んで動かさなくてよい • 塊の中が埋まっているので形が重なったりする事がなく、バグりにくいし中の形を間違えて選択して変に飛び出したりする事がない
気になる点	<ul style="list-style-type: none"> • 機能不足 • 方向の操作が難しい • 細かいディテールを作ろうとしても潰れるので緻密な作品は作りにくいと感じた • 選択機能がなく部分的な選択・傾け、一部分の移動はできない • 粘土で造形するようリアルさ（手間）があるが、手っ取り早く編集したい人にとっては面倒に感じるかもしれない • スクロールした時にあたってしまう（制作中の立体に指が当たって形が変わってしまう）
児童でも扱えるか	<ul style="list-style-type: none"> • 1～6年生まで使えると思う • 簡単な形をつくるなら扱えると思う
児童があつかう場合に想定される問題	<ul style="list-style-type: none"> • 特にこれといった問題は起こらないと思うが、低学年児童にとっては操作が多く、飽きる可能性も • 低学年児童の場合はまず、既存の形を組み合わせるモデリングするアプリから始めて、putty3Dへ進むのも良い方法だと感じた • 基本の形（既存の形態）がない自由なものなので、何をつくったらいいか困りそう
期待できる学習効果（児童対象）	<ul style="list-style-type: none"> • 創造力の向上、画力の向上、造形以外の学習能力の向上、立体的に考える能力の育成 • 立体を作る楽しさを知る事ができる • ゲームとは違って、自分で思い浮かべたイメージを簡単に造形することができ、計画性も身につく • 彫刻・モデリング・デザインなどの職業への興味関心 • 小さな子どもでも簡単にあつかうことができ、ただ触っているだけでも楽しめるため、早期からの創造力育成や立体を作る喜びを感じる体験になると考える • 絵を描いたりする時も立体を意識できるようになる

3-3. 考察

大学生による試行では、機器操作において不具合や特筆するような困難はなく3Dスキャンや3Dモデリングで造形することができた。日常的に立体を制作する彫刻分野の学生にとっては、機器操作に慣れてくると、機器の性能や3Dデータの精度に関してやや不満があるようであったが、デジタルでの造形を体験することで新たな視点を獲得し、各自の彫刻制作に還元していた。完全にデジタルで立体を造形するのではなく、一つの手法・手段として制作に3D技術を取り入れる方が創造的な活動が見られ、学習効果が期待できる。

4. まとめと展望

本研究の最終目標は、創造的思考力の育成を目的に小学校図画工作科「A表現」と「B鑑賞」が相互に働きかけ、一体的・往還的に学習しながら高めあえる3D機器を活用した教材プログラムを開発することである。その基礎研究として本稿では、児童が試行錯誤しながら2次元（平面）から3次元（立体）を機械的に造形できる機器を検討し、大学生の試行により導入検討した3D機器の教材としての有用性を確認できた。

教材のプログラム原案では3Dプリントまでを授業内で行う計画であったが、3Dプリンタの性能が日々刷新されているにしても、授業内で3Dプリントまで実行するのは現実的ではないほど時間を要した。例えば図1-C（H100mm×W40mm×D35mm程度）の出力には2時間半程度の時間がかかったため、教材のプログラムを再考する必要がある。

上述の目標と課題もふまえ、今後は実際に児童が3D機器を操作して自由な3D造形が可能であるかを検証するために、大分県内の小規模小学校で3年生～6年生児童を対象に実践を計画している。

付記

本稿は日本学術振興会科学研究費助成金（課題番号21K002420002）の助成を受けたものである。

注釈

- 1 専用のマットはアプリからデータを入手できる。3Dスキャンしたい立体が収まる大きさに専用マットを印刷し、下敷きにする。3Dスキャン中は立体を取り囲むようにドームが出現し、スキャンできた部分とできていない部分を色で判別できるようになっている。

引用・参考文献

- 宇田秀士,加舎章二郎『個人向け3D機器を用いた〈図画工作・美術科授業課題〉開発のための基礎研究』次世代教員養成センター研究紀要5号,2019,pp.217-222.
- 平田繁,岡田充弘,木原美樹子,西村敬子,田村孝洋,白石恵里,野上俊一『小学校プログラミング教育の現状と教員養成における課題－B・C分野（国語,社会,生活,音楽,家庭,体育,図画工作,外国語）－』中村学園大学・中村学園大学短期大学部研究紀要第52号,2020,pp.193-203.
- 文部科学省 小学校学習指導要領（平成29年告示）https://www.mext.go.jp/content/1413522_001.pdf（最終アクセス2022年12月10日）