

令和 4 年 6 月 29 日現在

機関番号：12606

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2021

課題番号：20K21926

研究課題名（和文）PLA樹脂と漆を組み合わせた新しい彫刻表現の研究－3Dプリントと乾漆の融合－

研究課題名（英文）Research on new sculptural expression combining PLA resin and lacquer - Fusion of 3D printing and dry lacquer

研究代表者

加藤 大介（Kato, Daisuke）

東京藝術大学・学内共同利用施設等・研究員

研究者番号：90887225

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,600,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究は、3DプリントしたPLA樹脂に乾漆の持つ優れた耐久性を組み合わせること
で、デジタル原型を乾漆彫刻と同等の強度で実体化させることを目的とするものである。
大小様々なサイズで出力したデジタル彫刻を2通りの方法で乾漆像に置き換え、それらが耐候性、耐衝撃性共に
十分な強度を有していることを実験により証明した。これによって、本研究にて提唱する技法が、一般的な彫刻
制作において十分採用に足る技法であることが確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果として、3DプリントしたPLA樹脂に乾漆の持つ優れた耐久性を組み合わせることで、デジタル原型
を乾漆彫刻と同等の強度で実体化させることに成功した。
植物を原材料とするPLA樹脂と漆は、石油を原材料とする樹脂に比べて環境に与える負荷が少ないという特徴を
持つ。両素材を彫刻制作の主たる素材とすることに成功したことで、制作過程で排出される廃棄物や、制作活動
全体でのCO2排出量を減少させることが可能となった。この点において、本研究は芸術活動の持続可能性に大き
く寄与したと言える。

研究成果の概要（英文）：This research aimed to materialize digital sculpture with the same strength
as dry lacquer sculpture by combining 3D printed PLA resin with the superior durability of dry
lacquer.
The digital sculptures output in various sizes were replaced with dry-lacquer images in two
different ways, and experiments proved that they were strong enough to withstand both weather and
impact. This confirmed that the technique proposed in this study is sufficiently strong enough to be
employed in general sculpture production.

研究分野：彫刻表現

キーワード：彫刻 デジタルスカルプト 3Dプリント PLA樹脂 乾漆

1．研究開始当初の背景

塑像による彫刻表現に用いられる素材は多岐に渡るが、多くの場合はまず可塑性に優れた粘土等で造形を行い、その後に樹脂や陶などの堅牢な素材に置き換えるという工程を経て完成する。デジタル原型を 3D プリンターで出力する近年の手法は、この素材を置き換える工程を割愛する故に作業効率が良く、またデジタル原型制作に用いるモデリングソフトは粘土に比べて造形の自由度が高いため、優れた造形方法として注目を集めている。

PLA 樹脂は、前述した 3D プリンターの出力にも用いられる樹脂で、石油由来の樹脂の代替プラスチックとして開発された。植物を原材料とする生物分解性を持った樹脂なので、生産時及び廃棄時の環境負荷が少ないという長所を持つ。短所としては、石油由来プラスチックと比較すると、PLA 樹脂単体で彫刻に用いるには耐久性や耐熱性が弱い点が挙げられる。

同じく植物由来の樹脂である漆には、漆を染み込ませた麻布を積層して造形する乾漆という技法が存在する。7 世紀に中国から伝わったこの技法は、興福寺の八部衆像を始めとする仏教彫刻に用いられ、保存状態によっては形状を千年以上保持できることが証明されている。PLA 樹脂と同じく環境負荷が少ない点に加え、硬化後は非常に堅牢で、熱や酸にも強いという長所を持つが、彫刻の素材としては扱いが難しく、作業のプロセスも複雑であり、完成までに非常に長い時間を要するという短所も持つ。

PLA 樹脂を用いた 3D プリントによる造形の自由度や作業効率の良さと、乾漆の持つ耐久性はいずれも彫刻表現において魅力的な要素であり、更にどちらの素材も彫刻制作による環境負荷が少ないというメリットを持つ。しかしそれぞれ単独で彫刻表現に用いるには、前述した短所の克服が課題となっていた。

2．研究の目的

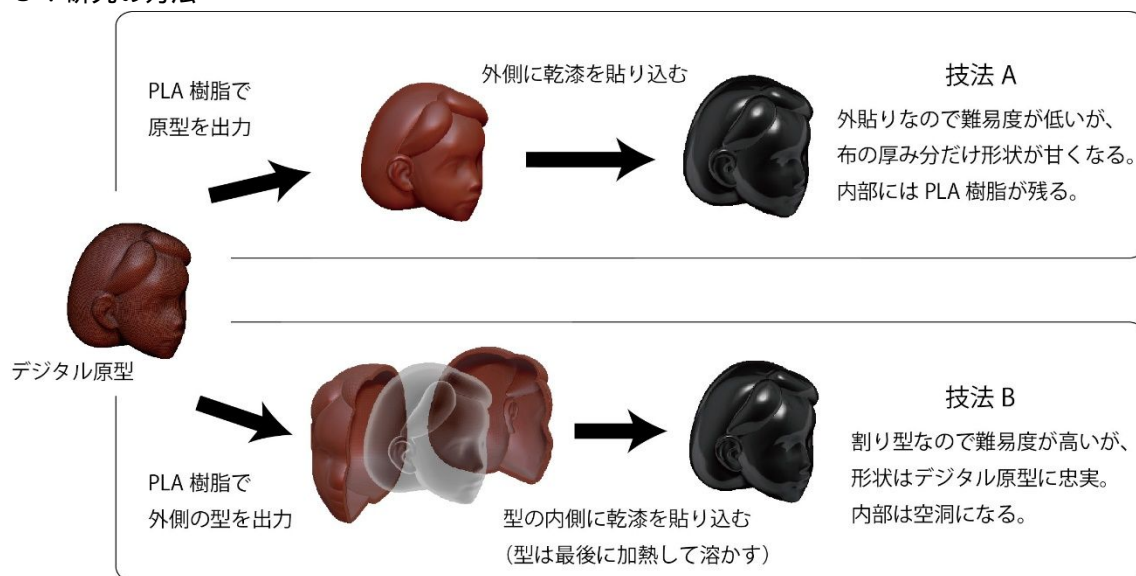
そこで本研究は、「両者を組み合わせて彫刻表現に用いることで、乾漆の複雑な造形プロセスを簡略化しつつ、PLA 樹脂を用いたデジタル造形に堅牢さと耐久性を付加することができるのではないか」という問いを設定し、その具体的な方法の確立を目的としてスタートした。

これは私がこれまで研究してきた乾漆技法の応用であり、木彫を乾漆で強化した木芯乾漆像（唐招提寺の千手観音像など）の先例があった。木の表面を乾漆でコーティングすることで耐久性を増加させるもので、同様の方法が 3D プリントした PLA 樹脂にも拡張可能であることが予想されたことから、本研究の着想に至った。

また、植物を原材料とする PLA 樹脂と漆は、石油を原材料とする樹脂に比べて環境に与える負荷が少ないという特徴を持つ。両素材を彫刻制作の主たる素材とすることで、制作過程で排出される廃棄物や、制作活動全体での CO2 排出量を減少させる効果が期待できる。

CO2 排出量の削減については分野を問わず取り組むべき喫緊の課題であり、2019 年には政府の方針として「プラスチック資源循環戦略」が策定された。同戦略ではバイオマスプラスチックの利用促進が推奨されており、この方針を彫刻分野において適応させることも本研究の目的の一つであった。

3．研究の方法



溶解した PLA 樹脂は再利用できないか検討する

本研究は 3D プリンターで出力した PLA 樹脂と漆を組み合わせ、耐久性に優れた彫刻を制作す

る技術を確立するものである。具体的には上図に示した A と B の二通りの技法にて彫像（首像、胸像、1/2 サイズの全身像）を制作し、完成したのに対して各種の耐久試験を行うことで、彫刻としての実用に耐えうる技法であることを明らかにすることを目指した。

耐久試験としては、一般的に彫刻が設置される屋内空間を想定し、1mほどの高さから落下させた際の耐衝撃性について検証を行った。また耐候性の検証として、水及び紫外線（太陽光）への耐久性についても同じく検証を行った。

A の技法については、PLA 樹脂で彫刻そのものを出力し、その外側に漆で麻布を貼り込むことで強度の増加を目指すものである。外側に貼り込むため技法としての難易度は低い、布の厚みの分だけ形状が甘くなり、また内側に PLA 樹脂が残るため重量が重くなるという特徴が予想された。

B の技法については、PLA 樹脂で型を出力し、その内側に乾漆を貼り込むという方法で彫刻を制作する。型の制作や貼り込みの工程において A よりも難易度が高い技法ではあるが、完成した彫刻の形状はデジタル原型に忠実であり、また内部が空洞なので A に比べて軽いという特徴が予想された。

A は伝統的な技法における木芯（もくしん）乾漆造に近く、B は脱活（だっかつ）乾漆造に近い工程であり、目的によって A と B の技法を使い分けることを想定し、二通りの技法を考案した次第である。

また、B の技法では PLA 樹脂を型として利用し、最終的には加熱して溶解させる。溶解した PLA 樹脂は専用の機器を用いて、3D プリンター用フィラメントとしての再成を試みた。

4．研究成果

乾漆像として現実的なサイズとして、首像サイズ、胸像サイズ、1/2 サイズの全身像を選択。それらの彫刻のデジタルデータを作成、出力し、前述の図 A、B の技法にて乾漆像に置き換え、一般的な彫刻としての強度を兼ね備えているかどうかテストを行った。

落下衝撃試験については、A、B 共に細部が破損したものの十分に修復可能な範囲であり、構造に致命的なダメージが入るようなことはなかった。同じ塑造分野の彫刻と比較した際、これは明らかにテラコッタ彫刻よりも高い耐衝撃性を備えており、乾漆彫刻や F R P 彫刻と同等の強度を持っていると言える。尚破損については A の技法の方が若干ダメージが大きかったが、これは内部に P L A 樹脂が残っている故に重量が重かったことが原因と推測される。

一時間ほど水槽に浸けた結果としては、漆が防水の効果を発揮して全く変化がなかった。紫外線については、一週間ほど屋内の日光が射す環境に放置したところ明らかな退色を示しており、これは漆の持つ特徴を一致している。樹脂一般の特徴として紫外線に弱い点が挙げられるが、本技法においてもそれは明らかであり、この結果として屋内かつ直射日光が射さない場所に展示される彫刻には充分適しているが、屋外彫刻には適さないという結論が得られた。

また図 A、B の技法で作成された彫刻について、両者の特徴の比較を行った。3D プリントを型として用いる技法では、結果として得られる彫刻は従来の石膏型を用いた脱活乾漆像と変わらず、モデリングソフト上で作成した形状を忠実に立体化することが利点となる。欠点としては、使用した型は廃棄物として処理せざるを得ず、制作過程で排出される廃棄物を減少させるという当初の目的にはややそぐわない結果となった。一度使用した PLA 樹脂の再利用も検討していたものの、型として使用した樹脂には漆の汚れが付着している為に不可能であった。

一方で 3D プリントした樹脂の外側に貼り込む技法には形状が甘くなるという特徴がある。これは一概に欠点とは呼べず、また型を用いないことで廃棄物が出ないという明確な利点が存在する。この技法によって、当初の研究計画は実現可能という結論が得られた。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6 . 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7 . 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------