

デジタルファブリケーションによる日本画表現に基づく彩色手法の検討

A Basic Study of Painting Method Based on Japanese Painting Expressions with Digital Fabrication

溝脇 由女¹, 笥 康明²

Yume MIZOWAKI¹, Yasuaki KAKEHI²

¹ 東京大学大学院学際情報学府 ² 東京大学大学院情報学環

¹ Graduate School of Interdisciplinary Information Studies, The University of Tokyo

² The Interfaculty Initiative in Information Studies, The University of Tokyo

【要約】

日本画では素材の表面張力を生かしてマチエールを表現する盛り上げ技法により、実体感のある豊かな質感表現を可能にする。本研究では、デジタルファブリケーション技術を用いて岩絵具を用いた盛り上げ表現を機械的に実現し創作を支援する手法開発を目指す。今回このために、筆者らは 3D プリンタとディスペンサを連動させ、入力データに基づいた岩絵具による描画システムを実装した。本発表では、関連研究の整理、システム設計や素材の構成の詳細、基礎的実装の結果を報告する。

キーワード: デジタルファブリケーション, 日本画, 絵画, 伝統技法, 岩絵具

【Abstract】

In Nihonga (Japanese painting), the surface tension of the materials is utilized to express 'matière' through a technique of raising the paint, enabling a rich texture representation with a tangible sense of substance. In this study, we aim to develop a method to mechanically realize this raised texture using mineral pigments with the help of digital fabrication technologies. To achieve this, we integrated a 3D printer with a dispenser to implement a painting system based on input data using mineral pigments. In this paper, we report on the review of related research, details of the system design and material composition, and the results of the preliminary implementation.

Keywords: Digital Fabrication, Japanese Painting, Painting, Traditional Craft, Mineral Pigments

1. はじめに

日本で古くから伝わる絵画の技法を引き継ぐ日本画は、西洋の油彩画では乾性油を用いるのに対して、膠を媒材として画材に用い、岩絵具などの顔料を接着する。岩絵具は、水晶や翡翠、マラカイト、トパーズ等の鉱物を粉碎・精製した粉末を膠液に攪拌し、和紙や絹本、木材に塗布して利用される。粉末の粒度が高いものは鉱物特有の光の反射があり、粒度が低ければ絵具はマットな質感となる。岩絵具は彩色後も保存性が高く、劣化した場合は蒸気によって基底材の損傷を抑えながら剥離・修復が可能であるという特徴がある。

日本画の彩色は、絵具を薄く広げて塗る平塗り、面相筆などによる細密描写や縁をぼかす隈取り等、さまざまな技法が開発されてきた。中でも盛り上げ技法は現代日本画の特徴的な彩色表現である(図1)。これは、図2に示すように岩絵具を画面の上に厚みを持って塗布し、さらにその上に絵具を重ねることでエンボスのように 2.5 次元的で実体感のある絵画表現を可能にするものである。一方で、岩絵具は膠液の粘性が低いいため、立体的な描画にはスキルを必要とし、また筆を用いた手作業による描画には長い作業時間を要する。

そこで筆者らの研究では、今回 3D プリンタを用いて岩

絵具を出力し、盛り上げ技法に基づく彩色を機械的に行う技術開発を行う。岩絵具の持つ質感を活かし、伝統的な日本画表現をデジタルファブリケーションに取り込むことを目指す。これは、機械による日本画表現の自動化のみならず、人間の描き手による描画と機械描画の組み合わせによる新たな表現開拓や、初心者の描き手に向けた描画作業の補助など、幅広い展開が考えられる。

本稿では以下、関連研究をまとめた後に提案手法の詳細、システムの設計と実装、描画結果について述べる。

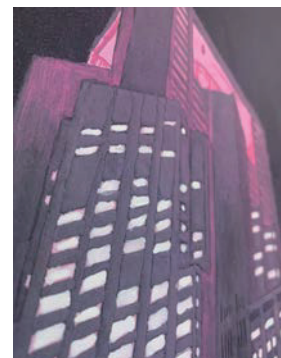


図 1. 日本画の盛り上げ表現

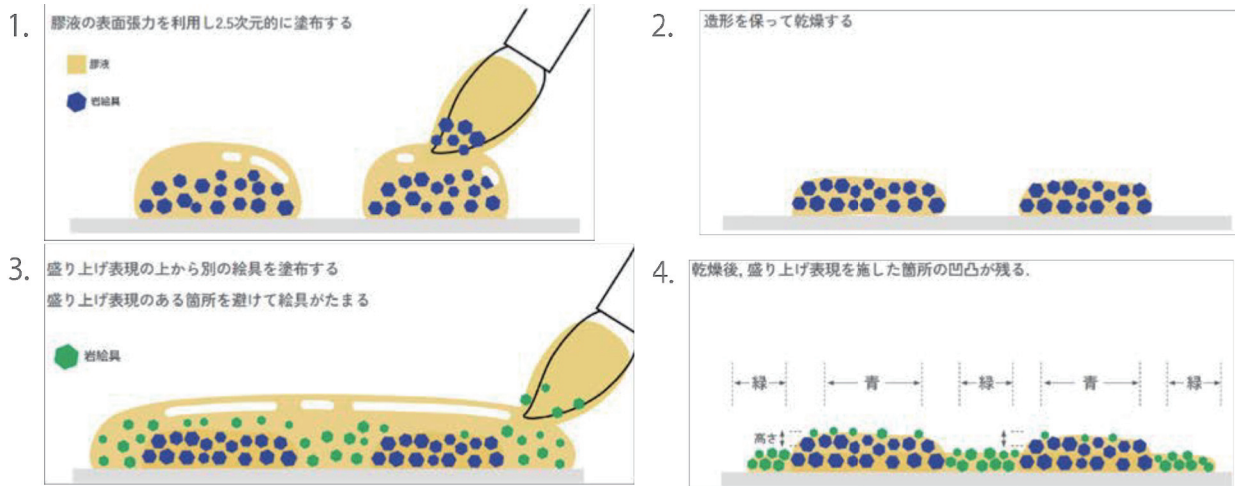


図 2. 筆による一般的な盛り上げ表現の手順

2. 関連研究

近年は伝統技法にデジタルファブリケーション技術が介入している事例がある。Ronald Raelらの陶芸の3Dプリントでは同一オブジェクトの効率的な造形と、複雑な細部のカスタマイズ・微調整が可能になり、これまで人の手だけでは達成が難しかった表現が行われている [2]。本研究ではデジタルファブリケーション技術を応用することで膠による復元可能な彩色のアイデンティティを残しながら、より柔軟な創作活動を支援する手法の開発を目指す。

日本画の岩絵具彩色の自動化に関する先行事例として、河相らが絵画表面を2.5次元的に再現した岩絵具調複製面の開発を行っている [3]。これは絵画をインクジェット印刷したものに日本画のざらつきや凹凸の風合いを付与するために岩絵具に近い鉱物の粉末を上部の透明な樹脂レイヤにスクリーン印刷するものである。また角谷は岩絵具と透明バインダーを混ぜたインクを布にスクリーン印刷しアイロンの熱で固定する技法を開発、衣類のデザインに応用した [4]。これらのスクリーン印刷を用いたアプローチは、粒子の大きさが様々な顔料に対してもスクリーンのメッシュの粗さによって対応可能で、版が完成すれば迅速に大量生産できるという利点がある。一方で、多色や多層の印刷には版を複数制作する必要があり、版のサイズに印刷のサイズの制限を受けるほか、状況によって柔軟に彩色をおこなう創作活動には不向きである。

3. 提案とシステム設計

本研究では、膠および岩絵具を含むゲルを3Dプリントすることで、日本画の盛り上げ技法に基づく着彩手法を提案する。具体的には絵具を充填したシリンジを3Dプリンタのノズル部分に組み込み、空気圧ディスペンサによって指定した圧力で射出描画を行うことにより、表

面張力を利用した造形である盛り上げ表現を機械的に行う。

3.1 材料

膠の成分はゼラチンと比べるとわずかな不純物を含む特徴があるものの、主に食品用ゼラチンと同様の動物性のコラーゲンで構成される。通常の膠をシリンジから押し出す場合、ゲル化する温度の閾値が低くゲル状に固まるまでに時間がかかり、3Dプリンタでの造形は難しいという課題があった。この課題に対する先行研究として、Warnerはゼラチン液にカップカラギナンを添加することによりゲル化温度を上昇させ、保温されたシリンジ内ではゾル状の液が射出後すぐに寒天状にゲル化することで押出積層式3Dプリンタによる精細な出力を可能にした [5]。

今回筆者らはこの手法を参考に、熱湯に5%の粒膠と3%のカップカラギナンを混合した媒材と岩絵具（岩黒5番）を2:1の割合で混合しながら65°Cに温度を低下させ、約70°Cの湯煎器に設置されたシリンジに充填する。基底材には雲肌麻紙を用いた。

カップカラギナンは海藻由来の食品添加物で、40°C以下で寒天状にゲル化し、70°C以上でゾル化する物性をもつ。温度変化による反応が早く、65°Cまで温度を低下させると粘度が上昇し、岩絵具が液中に分散した状態を保つことでシリンジによる射出を可能にする。カップカラギナンは絵具の添加物として加えると、媒材が膠のみの通常の彩色と変わらずに彩色後も水分と熱によって基底材から分離し、貴重な資源である岩絵具を元の粉末状態に戻すことが可能である。

3.2 ハードウェア構成

今回設計したハードウェアの全体構成を図3に示す。

3D プリンタ(Genkei LEPTON2)のヘッドに後述するシリンジを取り付け、3D プリンタヘッドの移動をコンピュータから制御すると共に、それと同期する形でディスペンサを介してシリンジからの材料射出を制御する。

図4はシリンジ周囲の詳細図である。シリンジの中には3.1で述べたカラギナン添加絵具を入れる。シリンジの周囲に水を格納する湯煎装置を取り付け、フレキシブルヒータおよび温度センサで中の水の温度を70°Cに保つ。

また、エアコンプレッサ(Spray Work HG Compressor Revo II)をディスペンサ(Nordson ULTIMUS V)に接続する。

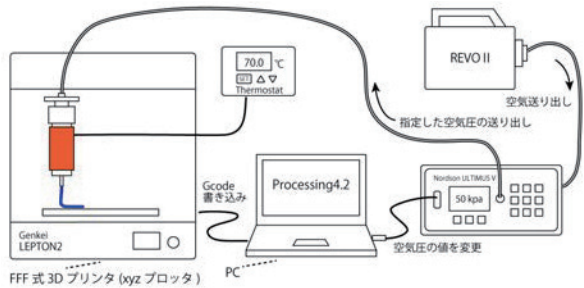


図3. 描画装置の構成

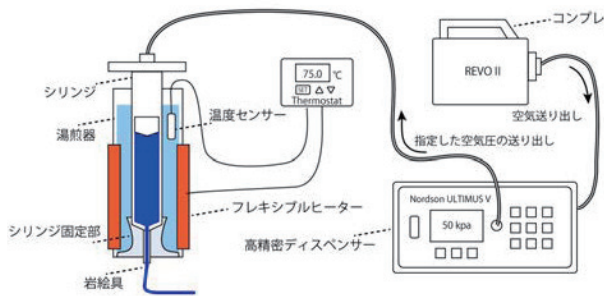


図4. 湯煎によるシリンジへの加熱とディスペンサ

3.3 制御システム

今回は基礎的な制御システム実装として、以下のような手続きで描画制御を行なった。まず、カラギナン添加絵具はノズル先端が冷えて詰まりやすいため、描画開始前に50 kPaで先端のノズルづまりを解消するまで射出する。その後、3Dプリンタとディスペンサを連携させ、シリンジの位置を移動させながら10~30 kPaでゲルを押し出し、一筆描きによる描画を行う。

PCから3DプリンタへのGcodeの送信およびディスペンサの射出圧の制御は、Processing 4.2のシリアル通信を用いて実装した。ディスペンサの射出タイミングの制御は、今回は手動で行なった。

3.4 描画データ

今回は描画中に絵具の射出・射出停止制御を行う必要のない一筆描きのプリントラインをIllustratorで描き、Grasshopperを用いてGcodeを生成した。以下に描画デ

ータの例を示す。

植物の葉(図5): 日本画には彫り塗りと呼ばれる描線を避けて絵具を塗る手法があり、葉の造形を一筆書きによる彫り塗りが可能になるラインを制作した。余計な直線は射出直後に冷えて寒天状に固まるため簡単に取り除くことができる。

立涌文様(図6): 日本では伝統的な文様が数多く、着物の柄などで絵画に頻出する。その中から一筆書きによる描画が可能な文様を選択した。

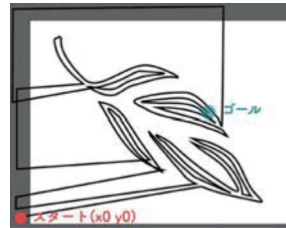


図5. 植物の葉

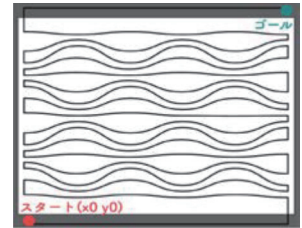


図6. 立涌文様

4. 出力結果

図8の(a)~(e)は左図が射出直後、右図は乾燥後の様子である。(b)では射出後に余計な直線を取り除いた。各図の下の数字は左からノズル径、GcodeのF値、ディスペンサの射出圧であり描画精度や断面の形状に関わるパラメータを示す。ノズル径と射出圧は小さくなるほど、F値は大きくなるほど細い線を描くことができるが、描線が細いほど断面が筒状になり乾燥後の定着が悪くなるのがわかった。

射出描画された(a)~(e)は岩絵具彩色の特徴的なラメ状の光沢を残しているが、カップカラギナンが白濁した成分であるためわずかに彩度が落ちるほか、筆による描画と比べると均質でなめらかに仕上がる。また、同じ濃さの膠液であってもシリンジから射出したほうが、筆によって絵皿の絵具をすくって塗布するよりも均質に媒材と岩絵具が混ざっている絵具で描画されるため、彩色部の膠の成分が濃くなる。

5. まとめと今後の展望

本稿ではゼラチンの3Dプリント技術を応用し、日本画の彩色手法のひとつである岩絵具による盛り上げ表現をデジタルファブリケーション技術に取り込む手法を提案した。

今回は実装の簡単のために一筆書きによる描画を行ったが、Gcodeに応じて自動でディスペンサに射出・射出停止命令を行うことによって、より自由度の高い描画を可能にする開発を進め、これまで筆による描画が難しかったパラメトリックな表現を用い

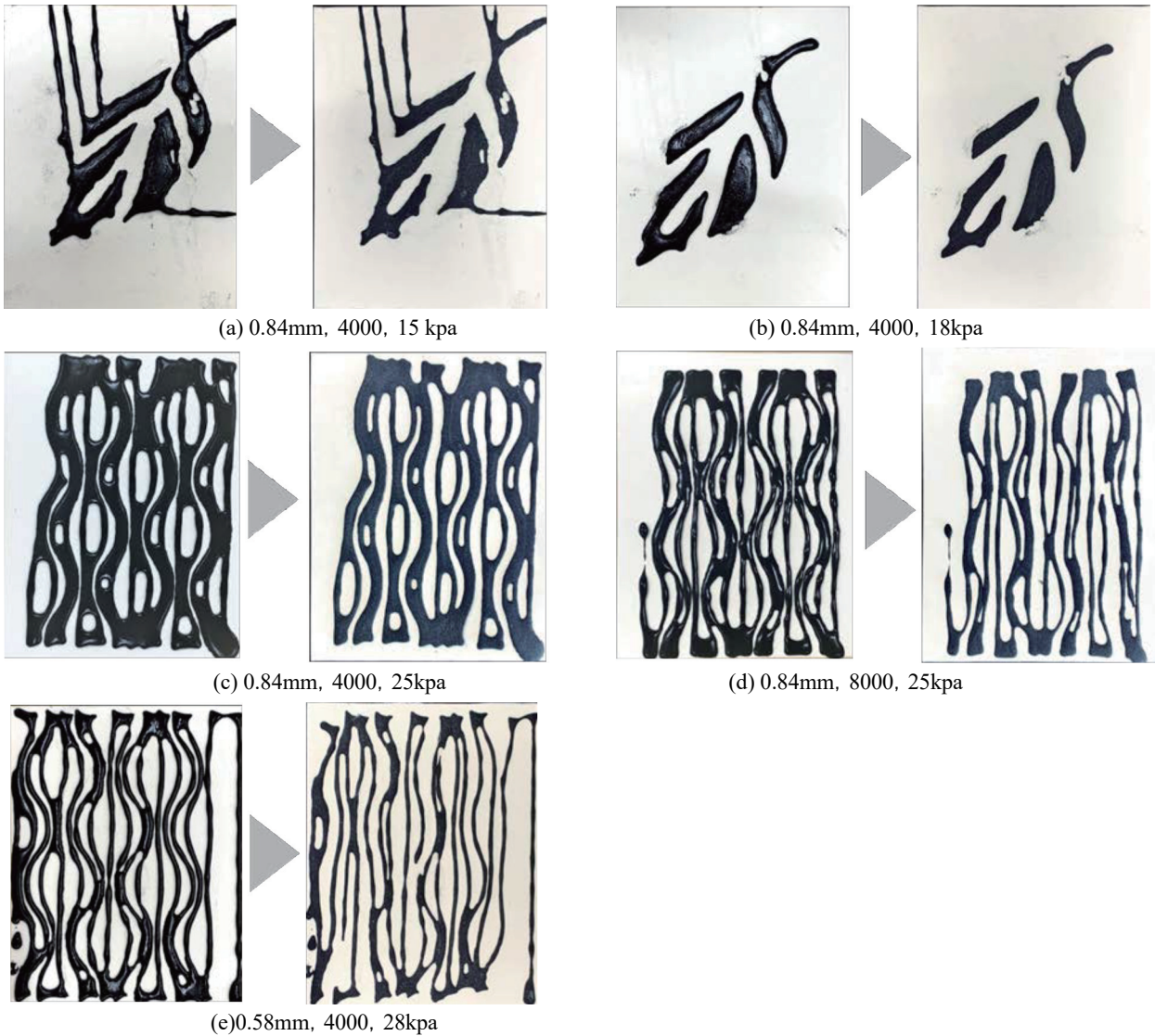


図 8: 出力結果(数値は左からノズル径, Gcode の F 値, ディスペンサの射出圧)

た作品制作を行う。描画結果から本手法では定着に課題を抱えており、媒材の成分割合や基底材の状態など、定着を良くするための条件を探索する必要がある。

また本手法による彩色の印象評価や、彩色表面の機械的な測定を行い、鮮やかさ、光沢、凹凸が筆による彩色と比べてどのように異なるか検証する。また本手法を作家に共有し、制作への効果についてフィードバックを得る。

謝辞: 本研究は JSPS 科研費 JP20H05960 の支援を受けた。

参考文献

- [1] 石踊 紘一, 高木 三郎:「日本画の表現技法—日本画におけるマチエールの可能性を追求」美術出版社, 1978.
- [2] Ronald Rael, Virginia San Fratello, Clay Bodies: Crafting the Future with 3D Printing, Architectural

Design, 87(6): 92-97, 2017.

- [3] 河相彰, 佐々木健: 立体的に再現した岩絵具調複製画の作製方法の開発. 日本印刷学会誌, 44(2), 98-102, 2007.
- [4] 角谷彩子: 岩絵具を用いたスクリーンプリント技法の研究. 文化学園大学紀要, 47, 9-16, 2016.
- [5] E.L. Warner: Comparing the viscoelastic properties of gelatin and different concentrations of kappa-carrageenan mixtures for additive manufacturing applications. Journal of Food Engineering, 246, 58-66, 2019.