

Doodle Tile Tools : 伊勢型紙の連続模様デザイン支援ツール

赤石 美奈^{1,a)} 菅原 真悟² 石川 徹也³

概要: 本研究は、物理的な構造制約のある伝統工芸「伊勢型紙」のデザインを、デジタル技術によって初心者へ開放する試みである。開発した「Doodle Tile Tools」は、描画境界を自動で接続する3×3の同期キャンバスを備え、専門知識を要する連続模様の設計を直感化する。また、行・列単位の反転ルールを即時適用することで、単一の基本画像から多彩な幾何学パターンを派生させることが可能である。130名の中学生を対象とした実証では、参加者の高い没入感を確認したほか、熟練者からも「配置の計算から解放され、純粋な構想に集中できる」との評価を得た。本研究では、「Doodle Tile Tools」により、伝統的な様式を遵守しつつ、自由な試行錯誤を可能にする新たな意匠創出の手法を提案する。

1. はじめに

本研究の背景には、伝統的工芸品である伊勢型紙を取り巻く環境の変化がある。生活様式の変容により染色用具としての需要は低迷し、それに伴い意匠開発の停滞が危惧されている。かつて型紙は着物などの染色のための道具であり、製造工程における中間的な道具と位置づけられていた。近年ではその彫刻技術の希少性から、美術工芸品としての鑑賞や、彫刻体験そのものへの関心が高まっている。しかし、型紙設計には構造的な整合性を保つための高度な制約があり、初心者が独創的な意匠を制作することは容易ではない。そこで本研究では、伝統的な制約を遵守する機能を備えつつ、ユーザーが直感的にデザインを享受できる制作支援システムの構築を目的とする。

2. 関連研究

伊勢型紙に関する研究は、文様そのものの歴史的考察や、現代生活への活用に関する事例研究が数多くなされている [1]。また、膨大なデザインをデータベース化する際の効率的な格納・検索手法についても検討が進められてきた [2], [3]。文様の新規生成に関しては、江戸小紋のデザインをアルゴリズムによって自動生成する試みが報告されている [4]。例えば、スイーツをモチーフとした「けれんもの(ランダム配置の文様)」を生成し、実際に型紙から反物へと染色した事例など、デジタルの力で伝統を更新する試み

がなされている。本研究は、これら既存の文様を継承しつつ、ユーザーが自ら新しい意匠を創出するための「道具」としての支援を目指すものである。

3. 伊勢型紙のデザイン支援ツール

伊勢型紙のデザインにおける大きな制約としては、(i) 連続性を有する模様と (ii) 型紙特有の物理的制約が挙げられる。(ii) の自動解決については、本研究の次段階の課題とし、本稿では (i) の模様の連続性維持に特化した支援機構について述べる。

本研究では、伊勢型紙における「小紋」に焦点を絞り、そのデザイン支援システムを構築する。小紋のデザイン手法のひとつとして、「小本(こほん)」と呼ばれる基本単位を格子状に配列する技法がある。これに基づいたデザインの支援機能として、繰り返しの基本ユニットである小本をデザインする Doodle Tile Editor と、小本の反復配置による全体の視覚的効果を確認・調整する Doodle Tile Viewer を設計・実装した。以下にそれぞれの機能の詳細を述べる。

3.1 小本のデザイン Doodle Tile Editor

Doodle Tile Editor (DoT-E) は、小紋の基本単位となる「小本」の設計を支援するエディタである。本エディタの主眼は、上下左右のシームレスな連続性を有する原画制作の支援に置かれている。

本エディタは、小本に相当するキャンバスを縦横3行3列に配置した計9つの描画キャンバスで構成される(図1)。ユーザーがいずれかのキャンバスに対してマウスやペンで描画を行うと、その相対位置情報が全キャンバスへ即時に

¹ 法政大学・情報科学部

² TRC-ADEAC 株式会社

³ 筑波大学

a) mina@hosei.ac.jp

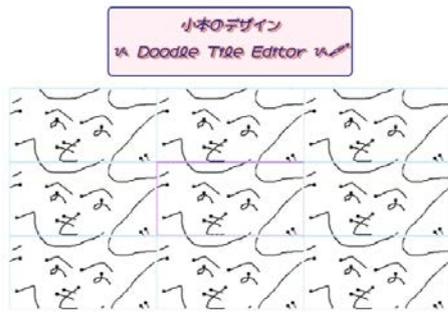
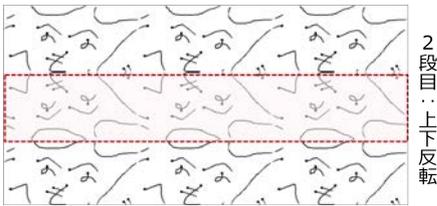


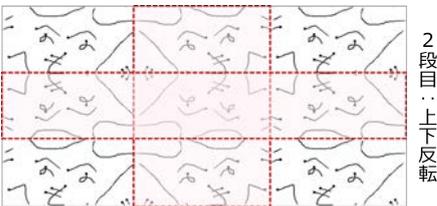
図 1 同期描画キャンバス Doodle Tile Editor と基本画像の周期境界における連続性



2列目：左右反転



2段目：上下反転



2段目：上下反転

2列目：左右反転

図 2 基本画像の反転配置における鏡像対称性

同期・反映される仕組みとなっている。これにより、個別のタイルを意識することなく、模様を9キャンバス全体にまんべんなく配置することが可能である。

最大の特徴は、境界線を越えた描画に対する処理である。図1において、中央のキャンバスで描画を始めたとする。このとき、中央のキャンバスからはみ出して描画されたストロークは、反対側に位置する領域に自動的に回帰して描画される。例えば、中央キャンバスの下端を越えたストロークは、中央下段のキャンバスの上端へつなげて描かれる。このとき、中央下段の上端に描かれたストロークは、即座に全キャンバスの上端へ反映される。この同期処理により、ユーザーはキャンバスの境界線を意識することなく、複雑な繰り返し模様の基本画像を直感的にデザインすることができる。

実用的なペイントツールである「KRITA」[5]では、キャンバス端を越えて描画できるラップアラウンド機能が搭載

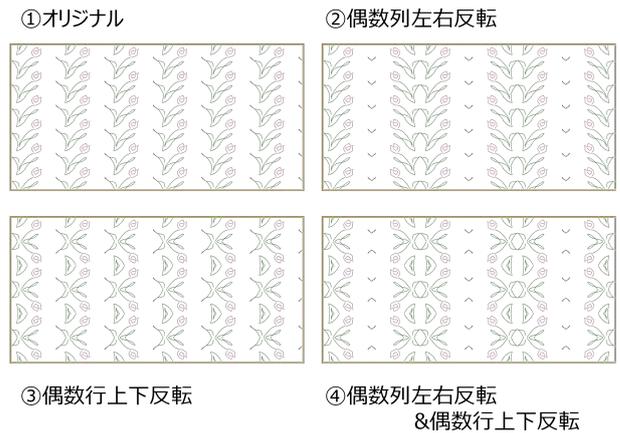


図 3 DoT-V による配列ルールの異なる連続模様

されている。しかし、KRITAでは単一のキャンバス上で複製画像を表示しており、選択や変形といった編集操作が全領域に動的に同期されるわけではない。これに対し、本研究のDoT-Eは、中央のメインキャンバスと周囲の8つのキャンバスのどこに対しても直接描画・編集が可能であり、操作が即座に全領域へ波及する。

3.2 DoT-Eによる小本の幾何学的性質

DoT-Eによって描かれた基本画像（小本）は、以下の2つの幾何学的性質を有しており、これがDoT-Vにおける柔軟なパターン生成の基礎となっている。

(1) 周期境界における連続性 図1に示すように、DoT-Eによって描かれた小本の各辺は、対向する辺（上辺と下辺、および左辺と右辺）のデザインがシームレスに接続されるよう設計されている（周期境界条件）。このため、同一の画像を単純に格子状へ配列するだけで、境界線が消失した滑らかな連続模様を形成できる。

(2) 反転配置における鏡像対称性 前述の連続性に加え、DoT-Eによって描かれた画像は、反転画像との間でも境界の整合性が維持される性質を持つ。小本を左右反転させた画像を元の画像の左右に隣接させた場合、その接続面は常に鏡像関係（対称）となる（図2上段参照）。上下反転についても同様であり、いずれの画像が上層・下層であっても境界の連続性は破綻しない（図2中段参照）。

これらの性質により、DoT-Vにおいて行単位の上下反転や列単位の左右反転を任意に適用しても、模様の連続性を損なうことなく、視覚的に多様なバリエーションを創出することが可能となる。

3.3 小紋のデザイン Doodle Tile Viewer

Doodle Tile Viewer (DoT-V)は、小本を特定の規則に従って配列し、連続模様（小紋）の全体像を提示するツールである。本ツールの最大の特徴は、単なる反復配置に留

扇面に四季の花 出典：鈴鹿市/みんなの郷土資料室デジタルアーカイブ



図 4 伊勢型紙（「扇面に四季の花」人間国宝・南部芳松氏作）と切り出し画像

まず、行・列単位での「反転ルール」を適用できる点にある。Dot-E で描かれた小本は、上下および左右の境界がシームレスに接続されるよう設計されているため、これを鏡像反転（左右反転または上下反転）させた場合でも、隣接するタイルとの連続性が物理的に維持される図 2。この性質を利用し、本システムでは以下の 3 つのバリエーションを組み合わせる模様を生成する。

- (1) オリジナル: 小本をそのままの向きで配置する。
- (2) 左右反転: 特定の列（例：偶数列）を左右反転させて配置する。
- (3) 上下反転: 特定の行（例：偶数行）を上下反転させて配置する。

図 3 に、チューリップをモチーフとして DoT-E で描いた画像を小本として使い、DoT-V で 6 行 6 列に並べて作成した小紋デザイン例を示す。同一の小本を用いても、列方向の左右反転や行方向の上下反転を組み合わせることで、視覚的に異なる多様な幾何学パターンを創出できることが確認できる。このように、DoT-V 上で即座に全体像を確認し、その結果を DoT-E へフィードバックするという高速な試行錯誤のサイクルが可能となった。これにより、制作の時間効率向上のみならず、ユーザーが無意識的な反転操作から新たな意匠を発見するといった、創造的な発想の広がりを支援している。

4. 評価と考察

4.1 ワークショップによる実証

中学生 130 名を対象としたワークショップを通じて、本システムの有効性を検証した。利用者への観察・ヒアリングから操作性とデザインへの影響を調査するとともに、型紙教室の指導者や学芸員、教員といった専門家からは、システムの有用性について定性的な評価を得た。

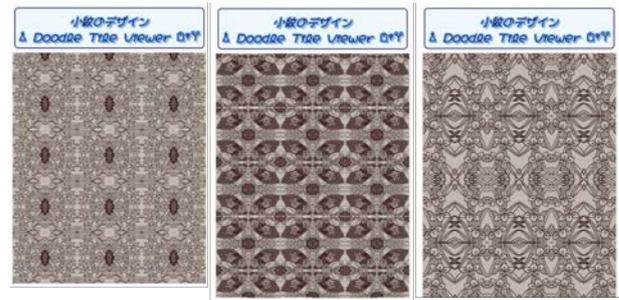


図 5 伊勢型紙の切り出し画像を用いた小紋デザイン例

4.2 ワークショップの内容と実践

伊勢型紙の小紋および小本の基礎知識に関するレクチャーの後、参加者は以下の 2 つの課題に取り組んだ。

- (I) 古典的意匠を素材とした新たな小紋のデザイン
- (II) オリジナルの小本による新規小紋のデザイン

課題 (I) では、まず「鈴鹿市/みんなの郷土資料室デジタルアーカイブ」[6] に公開されている古典的な伊勢型紙を閲覧し、任意の領域を画像として切り出した（図 4）。通常、アーカイブから任意に切り出した画像は、そのまま配列しても境界領域の連続性は担保されない。そこで本ワークショップでは、DoT-V の反転ルールを活用し、境界線上で鏡面を形成することでこの不連続性を解消する手法を提示した。具体的には、偶数行の上下反転および偶数列の左右反転を適用することで、隣接する画像境界を鏡像関係とし、視覚的な連続性を確保した（図 5）。図 4 に示す人間国宝・南部芳松氏の型紙「扇面に四季の花」を素材とした例では、DoT-V による再構成を経て、原画とは趣の異なる現代的な小紋意匠へと展開されていることが確認できる。

課題 (II) では、DoT-E を用いてオリジナルの図案を描画し、DoT-V で連続模様を生成した。参加者は、人物の顔や抽象的な幾何学図案など、自由な着想に基づいた小本を作成した。これらを即座に反復配置し、全体のバランスを調整しながら新しい小紋を創出するプロセスを体験した。

4.3 観察結果とユーザーの反応

ワークショップにおける利用者の反応から、以下の 3 点が確認された。

- (1) 描画プロセスの直感性: 多くの利用者が、説明を必要とせずに「キャンバスを越えた描画」が同期される仕組みを理解し、活用していた。本来、熟練を要する「上下左右の連続性の確保」を意識することなく、自由にペンを動かす様子が観察された。
- (2) 創造的没入感（フロー状態）: 多くの利用者が短時間で操作に習熟し、集中して夢中になって描画に取り組む姿が見られた。これは、システムが制約（連続性の計算）を肩代わりすることで、ユーザーが純粋な図案の構成に集中できた結果であると考えられる。
- (3) 即時フィードバックによる試行錯誤: DoT-E での描

画が即座に DoT-V の連続模様へと反映されることで、「描いては確認し、修正する」というサイクルが極めて高速に行われていた。このサイクルが、利用者の自由な発想を妨げないデザイン体験を提供した。

4.4 評価結果と専門家によるコメント

実証実験の結果、以下の観点から高い評価が得られた。

- (1) 制作プロセスの変容（型紙制作者の視点）型紙教室の指導者からは、「本ツールのみで最終的なデザインを完結させるのは難しいが、全体像を把握するツールとして極めて有用である」との評価を得た。従来の制作工程では、模様の配置やバランスを常に計算しなければならず、自由な発想が制限されがちであるが、本システムは「配置のバランスに意識を割かず、全体の構成を自由に試行錯誤できる」という点で、既存の課題を解決していることが示唆された。
- (2) 学習者の没入度（学芸員・教員の視点）学芸員からは「生徒がこれほどまでに静かに熱中するのは驚くべきことだ」との指摘があり、教員からも「全員が楽しみながらデザインに取り組んでいた」という声を得られた。これは、デジタル技術による制約の自動解決が、中学生という初心者層に対し、伝統的なデザインに対するハードルを下げ、高い没入感を提供した結果であると考えられる。

4.5 考察

本ワークショップを通じて、デジタルツールが伝統工芸のデザイン体験を「高度な専門知を要する作業」から「直感的な創造の遊び」へと変容させる可能性が示唆された。

本システムの最大の特徴は、様式に基づく複雑な規則をシステム側で担保し、ユーザーに意識させない点にある。型紙専門家から得られた「配置のバランスに意識を割かずに、全体の構想に集中できる」との指摘は、本ツールが単なる自動化ツールに留まらず、「構造的な制約による心理的障壁を取り払い、デザインの本質的な思考を誘発する支援ツール」として機能していることを裏付けている。

アンケートによる定量評価は今後の課題であるが、130名もの中学生が滞りなくデザインを楽しめ、かつ静かに熱中した事実は、インターフェースの直感性とシステムの安定性を証明するものである。このように、技術的な制約と創造的な表現の橋渡しをデジタル技術が担うことは、初心者への没入感を高め、伝統工芸の意匠を現代的な文脈で再構築する有効な手段と言える。

結論として、伝統的な様式を遵守させつつ自由な試行錯誤を可能にする本アプローチは、伝統工芸の門戸を広げ、新たな需要や興味を喚起する上で極めて重要な役割を果たすものと考えられる。

5. おわりに

本研究では、小紋デザインの連続性を自動化するツールを提案し、ワークショップを通じてその直感性と没入感を実証した。これは伝統工芸への心理的障壁を下げる有効な手段である。

今後の課題として、まずはアンケート調査に基づくユーザビリティの定量的評価や、生成されたデザインパターンの幾何学的解析による評価系の構築が挙げられる。さらに、本研究では「模様の連続性」に焦点を絞ったが、実用的な型紙制作においては切り抜き部分の脱落防止などの物理的制約の解決が不可欠である。今後は、デザインから型紙図案へと自動変換するツール群を整備し、構想から実際に彫れる型紙作成までを一気通貫で支援する環境を構築していく。

最後に、本システムをはじめとするツール群が、先人たちが蓄積してきた古典的な伊勢型紙の意匠を現代に有効利用する一助となり、その精緻な美学を再発見するきっかけとなれば幸いである。

謝辞 伊勢型紙に関する学術的知見をご教示いただいた鈴鹿市文化財課・学芸員の代田美里氏、および伝統的なデザイン手法について具体的なご指導いただいた NPO 法人歴史と文化のある匠の見える里の会の皆様に、深く感謝申し上げます。あわせて、デザインワークショップにご協力いただいた TRC-ADEAC 株式会社の田山健二氏、柳沼千晶氏、NPO 法人アスクネットの皆様、鈴鹿市立鼓ヶ浦中学校の皆様に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 佐藤弘喜：伊勢型紙文様の画像データによるデザイン：歴史的な文様の現代における認識と活用 (2), 日本デザイン学会研究発表大会概要集/45 巻 (1998).
- [2] 佐藤弘喜, 上北恭史：伊勢型紙のデータベース化における検索法について：歴史的な文様の現代における認識と活用, 日本デザイン学会研究発表大会概要集/44 巻 (1997).
- [3] 遠藤善道, 小鹿丈夫, 佐藤弘喜, 原田昭：伊勢型紙の格子構造および単位構造を利用した感性データベースの構築：文様デザインに対する認知特性の抽出と活用, デザイン学研究, 48 巻 3 号 (2001).
- [4] 田丸翔大, 川越仁恵, 岡田龍太郎, 中西崇文：落下運動シミュレーションによる新たな江戸小紋デザイン自動生成方式, IPSJ 第 84 回全国大会講演論文集 2022(1) 895-896 (2022).
- [5] KRITA, 入手先 (<https://krita.org/ja/>) (2025.12.15).
- [6] 鈴鹿市文化財課：みんなの郷土資料室デジタルアーカイブ, 入手先 (<https://adeac.jp/suzukabunkazai/top/01isekatagami/index.html>) (2025.12.15).