

2009年度 卒業論文

デカルコマニーを模倣した
デジタル絵画手法の提案

指導教員：渡辺 大地 講師

メディア学部 メディア学部 ゲームサイエンスプロジェクト

学籍番号 M0106306

田村 賢

2009年度 卒業論文概要

論文題目

デカルコマニーを模倣した
デジタル絵画手法の提案

メディア学部

学籍番号：M0106306

氏名

田村 賢

指導
教員

渡辺 大地 講師

キーワード

デジタルコンテンツ、デジタル絵画、デカルコマニー、ペイントツール、
レタッチツール、画像処理

近年、コンピュータの普及から水彩画、油彩画、重ね塗りなどの従来の絵画手法をペンタブレット、ソフトウェアなどを用いて制作するデジタル絵画による創作活動が盛んに行われ、今やデジタル絵画は創作、娯楽手段の1つとして重要な役割を担っている。一般家庭にコンピュータが普及しデジタル絵画手法が多様化したことで、創作活動だけでなくグラフィックデザイン制作等の応用芸術の分野でもペイントツールや画像編集のレタッチソフトが日常的に使用されている。このようなコンピュータ上での新しい表現手法は、入力方法、出力方法等に独自のルールを定めることで、現実で行う体験とは異なる側面を持ちつつも魅力的な付加価値を提案してきた。本研究では、筆や絵具を用いて行われる絵遊びの中でよく用いられる表現技法であるデカルコマニーに注目した。デカルコマニーとは、塗料を押しつぶして偶発的なデザインを得る代表的な抽象画由来の絵画技法の1つである。これまでにコンピュータ上で絵画技法を扱う研究や試みは数多く行われてきたが、デカルコマニーに関する研究はほとんど無い。また、デカルコマニーで行う特徴的な動作である、塗料の配置、塗料の押しつぶし、折りたたみなどをデジタルコンテンツの題材として組み込むことで、面白いものができるのではないかと考えた。そこで本研究では、デカルコマニーを模倣したデジタル絵画手法を提案した。提案手法では画像処理の分野の手法を用い、コンピュータ上でデカルコマニーを行うための仮想キャンバスをピクセルの集合によって表現した。そして、各ピクセルのパラメータを操作することでデカルコマニーで行う塗料の配置、塗料の押しつぶし、折りたたみを表現した。これらの表現手法により、デカルコマニーの面白さに加えてデジタルならではの面白さを持った表現手法の実現を目指した。手法の提案にあたり、提案手法を用いて実装を行ったシステムにおいて、提案した手法による塗料の配置、塗料の押しつぶし、折りたたみの表現ができていないかを検証した。また、提案手法での面白さを評価・検証するため、デジタルならではの表現の応用例を示した。最後に、試用したユーザーからの意見・感想を分析し、提案手法ならではの面白さを感じてもらえたかどうかを評価・検証した。

目次

第1章	はじめに	1
1.1	研究背景と目的	1
1.2	論文構成	4
第2章	デカルコマニーの概要	5
2.1	デカルコマニーの特徴	5
2.2	デカルコマニーの製作工程	6
第3章	コンピュータ上でのデカルコマニー表現	10
3.1	塗料の配置方法	10
3.2	塗料配置後の押しつぶし表現	13
3.3	支持体の折りたたみ表現	16
第4章	評価・検証	18
4.1	システム概要	18
4.2	操作手順と出力結果	19
4.3	デジタルならではの表現の例	23
4.4	試用したユーザーからの意見・感想	25
第5章	まとめ	27
	謝辞	28
	参考文献	29

目 次

1.1	デカルコマニーを用いたデザイン例	2
2.1	塗料の水分量、粘度によるデザインの違いの比較	6
2.2	デカルコマニーの制作工程	7
2.3	シンメトリーにした作品とそうでない作品の比較例	8
2.4	支持体が透明な材質である場合の例	9
3.1	塗料とキャンバスのパラメータの関係	11
3.2	線形補間の有無による比較	13
3.3	押しつぶす際のピクセル処理の様子	14
3.4	折りたたみ表現の手順	17
4.1	実装したシステムの基本画面	19
4.2	塗料の配置操作	20
4.3	押しつぶす操作	21
4.4	一連の操作手順の完了結果	22
4.5	塗料の厚みの違いによるデザインの変化	23
4.6	1通りの塗料の配置から分岐したデザインの結果	24
4.7	画像データに本システムの操作を施した結果	25

第 1 章

はじめに

1.1 研究背景と目的

近年、コンピュータの普及から水彩画、油彩画、重ね塗りなどの実際の筆や絵具等を用いた絵画手法をコンピュータ上で再現し、ペンタブレット、ソフトウェアなどを用いて行うデジタル絵画による創作活動が盛んに行われている。また、インターネットを利用した個人運営サイト、ブログやソーシャルネットワーキングサービスを通じて自分の作品を公開したり、鑑賞した作品に対する感想を述べたり、絵によるユーザー同士のコミュニケーションも盛んに行われており、今やデジタル絵画は創作、娯楽手段の1つとして重要な役割を担っている。普及した大抵のペイントツールは、絵を描くことで収入を得ているプロや、趣味で絵を描いているアマチュアをユーザーとして想定して開発されたものが多く、ペイントツールの様々な機能を有効活用するための方法を解説する書籍 [1][2] も数多く出版されている。一方では、コンピュータを使用するユーザーの増加に伴い、使えるツールの限られる低年齢、高齢者向けの使いやすさを重視したペイントツール [3][4] や、特定の機能に特色を持たせたペイントツールに関する研究 [5][6] も盛んに行われている。また、コンピュータならではの特性を活かした新しい表現手段を提案する研究も盛んに行われている。

櫻井ら [7] は従来の静的な表現技法の枠を超える表現を模索し、目の前で絵画が描かれていくライブペインティングのような創作過程の臨場感を保持し、伝えるこ

とで画家の心景を感じることを目指したペイントツールを提案した。草地ら [8][9] の研究では偶然性と必然性を併せ持つドローイングツールとして Roll Canvas を提案した。偶発性を取り入れた表現手法に関する類似研究に、美馬らの Thinking Sketch[10] や、Ryokai らの I/O Brush[11] 等がある。岩井ら [12] はメディアアート展での使用を想定し、熱画像を用いたタブレット型入力装置とそれを用いた描画システムにより、体温等の熱による直感的な描画を行う表現手法を提案した。この他にも入力手段として視線 [13]、身体運動 [14][15]、両手 [16] 等を用いることで様々な表現手法を提案している研究がある。このように、コンピュータ上での新しい表現手法は、入力方法、出力方法等に独自のルールを定めることで、現実で行う体験とは異なる側面を持ちつつも魅力的な付加価値を提案してきた。

本研究では、筆や絵具を用いて行われる絵遊びの中でよく用いられる表現技法であるデカルコマニー [17][18] に注目した。デカルコマニーとは、塗料を押しつぶして偶発的なデザインを得る代表的な抽象画由来の絵画技法の1つである。図 1.1 は実際のデカルコマニーを用いたデザインの例である。



図 1.1: デカルコマニーを用いたデザイン例

デカルコマニーは紙や筆を用いる他の平均的な絵画技法に比べて、誰もが手軽に扱えるということが大きな特徴となっており、幅広いユーザー層が扱える。例

例えば、デカルコマニーはユーザーの技量を必要としない [19] 技法であり、絵具を垂らす、押しつぶす、紙を剥がすといった短時間で行う単純な動作のみで気軽に行える。デカルコマニーはそのときの感情や衝動などの直感的な感覚、感性を形や模様写真に写し取って表すことに向いており、そのための表現手段が豊富にある。例えば、「怒り」を表現しようと考えた場合には、絵具の色、強引な垂らし方、勢いを付けた押しつぶし方等の手段によって直感的なペインティングによる表現ができる。また、何を描いたらいいかわからない時や、どのように描いたらいいかわからない場合に、その時の気持ちや、ふと浮かんだ微弱なイメージからでも直感的なペインティングを行うことができる。デカルコマニーが手軽で親しみやすく、遊びの側面を持っており、感覚や感性に関連性のある表現であることから、エンターテインメント性を含んでいることがわかる。例えば「蝶」を描こうと思い、蝶の形に大まかに絵具を垂らすことを考える。その際に、視覚や直感的な衝動や想像力を使って予期せぬ蝶が出来上がったり、反対に思い通りの蝶が出来上がる体験は心地よいものであると考えられる。このデカルコマニーは絵遊びの題材としてだけでなく、実際の絵画作品等にも応用され、現在では独自の絵画手法として確立されている。しかしながら、これまでにコンピュータ上で絵画技法を扱う研究や試みは数多く行われてきたが、デカルコマニーに関する研究はほとんど無い。そこで本研究では、デカルコマニーに由来する偶発性を制御するためのインターフェースを持った、デジタル絵画ならではの新しい表現を提案する。

デカルコマニーの特徴である偶発性には、デザイン結果をある程度制御することが可能であるため、出来上がる結果を予測する楽しみがある。コンピュータ上でデカルコマニーを行う場合であっても、臨場感は損なわれるが、デカルコマニーの偶発性を実現しうるインターフェースの再現は可能である。

また、コンピュータ上でデカルコマニーを行うことで、現実のデカルコマニーとは違った楽しみ方を獲得することができる。現実のデカルコマニーとは違った遊びの要素として、デカルコマニーで行う行為の様な模倣する面白さがある。模倣の仕方に、特色を持たせることで、現実のデカルコマニーにはない非現実的な体

験による面白さを体験できるといったことが挙げられる。このように、デカルコマニーに由来する偶発性を制御するためのインターフェースによって現実のデカルコマニーの楽しさと、デジタル絵画ならではの楽しさが相乗的に働く事で、新しい表現が可能になると考えられる。

本研究では紙や絵具等で行うデカルコマニーを模倣し、その特徴を考慮しつつもデジタル絵画ならではの表現手法を提案することを目的とする。手法を提案するにあたり、提案した手法を実現しうるシステムを実装し、提案した手法による塗料の配置、塗料の押しつぶし、折りたたみの表現ができているかを検証する。また、提案手法での面白さを評価・検証するため、デジタルならではの表現の応用例を示す。最後に、試用したユーザーからの意見・感想を分析し、提案手法ならではの面白さを感じてもらえたかどうかを評価・検証する。

1.2 論文構成

本論文は全4章で構成する。1章は研究背景と目的、2章ではデカルコマニーについての説明を述べる。3章では本ツール上で採用したピクセルデータを応用したキャンバスと塗料のモデル構造、また、このモデル構造を利用した厚みを考慮した塗料の配置、押しつぶしの表現手法の説明を行う。4章では3章で説明した提案手法を実装したシステムの動作検証およびデジタルならではの表現例を示す。また、本システムを試用したユーザーからの意見・感想をもとに評価、検証をする。最後に5章で本研究を総括する。

第 2 章

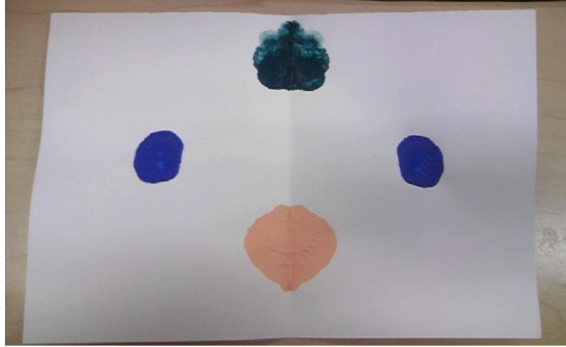
デカルコマニーの概要

2.1 デカルコマニーの特徴

デカルコマニー [17][18] は、元々は紙に描いた絵を陶器やガラスに転写し絵付けするための技法であったが、画家のオスカー・ドミンゲスがこの技法を絵画作品に取り入れたことで誕生した技法である。技法の呼び名の由来はフランス語で転写を意味する用語から来ている。これは紙と紙などの間に絵具等の塗料を挟み、その上から圧力をかけることで塗料が押し潰され、偶発的なデザインを得る手法である。

また塗料の質感や粘度、塗料を挟む紙の吸水率、表面の凹凸具合、塗料の配置の仕方、押しつぶす際の手の動かし方、力加減等が作品の出来を大きく左右する。図 2.1 は、可能な限り同じ位置、形状になるよう塗料を配置し、塗料の水分量と押しつぶし方を変えてデザインを作った際のデザインの違いを示したものである。

塗料をチューブから
直接配置した場合



チューブから直接配置し
水を3滴垂らしてから潰した場合



図 2.1: 塗料の水分量、粘度によるデザインの違いの比較

デカルコマニーは準備や手順が簡単なため、年齢性別問わず誰でも行うことが可能な技法であり、幼稚園から中学生までの間に多くの人が体験する [19][20] が、技法の名前自体を覚えている人は少ない。また、出来上がったデザインの模様には作り手の無意識が働いているといわれ、ロールシャッハテスト [21] というインクのシミの模様が描かれている幾つものカードから、被験者がどのような感じを受けるかによって性格検査を行う際のカードのインクのシミの模様とも酷似している。また、図 2.2 はデカルコマニーの制作工程の手順を示したものである。

2.2 デカルコマニーの製作工程

デカルコマニーの制作工程は図 2.2 の番号に示す 4 つの手順で制作するのが一般的な方法である。



1. 道具、材料の準備



2. 支持体の上に塗料を配置



3. 塗料を挟み、押しつける

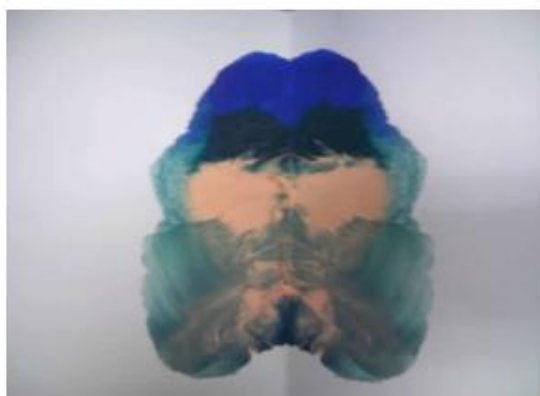


4. 支持体を剥がす（開く）

図 2.2: デカルコマニーの制作工程

デカルコマニー制作において最低限準備する必要があるものは、絵具等の塗料と、それを挟み混む媒体となる板状の支持体である。支持体とは絵を支える物体の事であり、大抵は絵を描くキャンバスの事を指す。絵皿の上に出した塗料の伸び具合を、水で混ぜて調節しながら支持体の上に塗料を配置する。絵具のチューブなどから支持体の上に直接に塗料を配置する場合もある。支持体が紙の場合は1枚の紙を半分に折って塗料を挟み、シンメトリー（左右対称）のデザインにすると、2枚の紙を使って挟む2種類の方法が存在する。図2.3はシンメトリーの作品とそうでない作品を比較した画像である。

シンメトリーにする場合



シンメトリーにしない場合



図2.3: シンメトリーにした作品とそうでない作品の比較例

押し付ける際は基本的に手の平を使うが、版画で用いるバレンを使うこともある。支持体を剥がす工程では、剥がし始める位置や剥がす速度によってもデザインが少しずつ変化する。支持体がアクリル板やガラス板の場合は、支持体が透明で、内部の塗料のデザインを剥がさなくても確認することが可能なため、剥がさない状態で完成とする場合もある。透明な支持体を用いることで、押しつぶしている時に塗料の広がっていく様子や、色が混ざっていく様子の詳細を鮮明に確認

することができる。しかし、紙の支持体と比較して材料のコストも格段に高いので、何度も試行錯誤することができず気軽に制作する用途には向かないため、実際にアクリル板やガラス板等の透明の支持体を用いるケースは少ないのが現状である。図 2.4 は支持体が透明な材質である場合の完成例を示した画像である。



図 2.4: 支持体が透明な材質である場合の例

第 3 章

コンピュータ上でのデカルコマニー 表現

本項では、第 2 章で説明したデカルコマニーの制作工程を模倣した提案手法を、塗料の配置、塗料の押しつぶし、折りたたみの順に説明する。

3.1 塗料の配置方法

本システムでは、コンピュータ上で画像を処理する際の最小単位であるピクセルの集合による 2 次元平面データ構造をベースとし、キャンバスのモデルには押しつぶす工程で塗料の厚みを表現するため、ピクセルに厚みのパラメータを付加した。また、塗料の配置の際の混色の度合いを表現するために、新たに配置する塗料に濃度のパラメータを定義し、キャンバス上のピクセルとの混色の表現を行った。図 3.1 は新たに配置する塗料のパラメータとキャンバス上のピクセルのパラメータの関係を示した画像である。

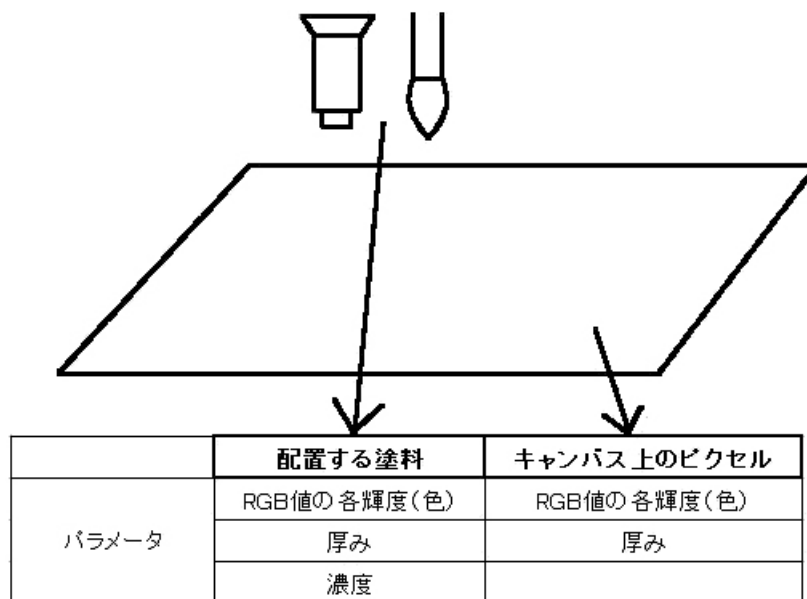


図 3.1: 塗料とキャンバスのパラメータの関係

混色計算の手順は、新たに配置する塗料の色と、キャンバス上に配置する位置のピクセルの色を計算した値で、配置する位置のピクセルの色に反映する。また塗料の厚みのパラメータの計算の手順は、新たに配置する塗料の厚みのパラメータと、キャンバス上に配置する位置のピクセルの厚みパラメータを加算した値で、配置する位置のピクセルの厚みのパラメータに反映する。反映後の RGB 値の輝度を a 、塗料の配置先に既に格納されている RGB 値の輝度を b 、新たに配置する塗料の RGB 値の輝度を c 、新たに配置する塗料の濃度を x 、濃度の取りうる値を本研究では 0 から 255 とし、その最大値を y とすると、配置後の塗料の RGB 値の各輝度は式 (3.1) で表すことができる。これにより塗料を配置する際に、キャンバス上のピクセルの値と新たに配置する色の値によつての混色が発生する表現を行った。

$$a = \frac{1}{y} \left(b + \frac{c}{x} \right) \quad (3.1)$$

紙と絵具等で行うデカルコマニーでの塗料の配置の際には、筆による配置か絵具のチューブから直接支持体に塗料を配置するのが一般的であることを第1章で説明した。この工程では塗料の形状を自由に配置できることが望ましく、デカルコマニー制作の自由度、表現力に大きな影響を与える工程であることがわかる。筆やブラシのストロークの処理については、齋藤ら [22] や石井 [23] によって、様々な用途に応じたストロークを再現する研究が行われている。そこで、本研究ではペイントツールで一般的に用いるマウスやタブレットのカーソルの軌跡を筆のストロークとして再現する手法を用いた。まず本研究でコンピュータ上でデカルコマニーを再現する際、キャンバスに塗料を配置する際のストロークの表現手法について述べる。

コンピュータ上でのカーソルの座標の取得は離散的に行われている。この結果、カーソルの座標移動によるブラシストロークの軌跡は断片的なものとなり、塗料配置の表現が筆やチューブで実際に行う結果と大きく異なった結果になってしまう。取得した座標の点同士を結び補間することで、実際のデカルコマニーの塗料の配置方法に近い表現をすることができる。そこで塗料の配置の際に起こるストロークの問題を、点同士を滑らかに補完する線形補間が可能である B-Spline 関数 [24][25] を用いることで解決した。図 3.2 は塗料配置時における線形補間適用の有無による結果を比較した場合の例を示している。線形補間を行った場合は、カーソルが瞬間的に移動した際に滑らかな軌跡を持ったストロークを表現できていることがわかる。

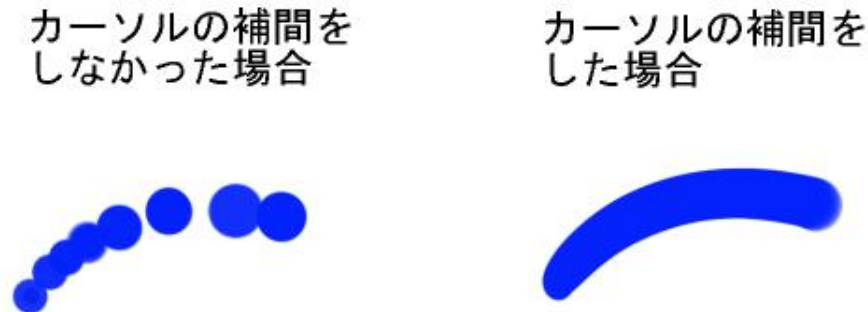


図 3.2: 線形補間の有無による比較

3.2 塗料配置後の押しつぶし表現

実際のデカルコマニーでは、手やバレンで押しつぶした塗料が押し広がることで、デザインとしての形を形成していく。またデザインのアウトラインが変形するだけでなく、塗料の色も混ざり合うといった現象が起こる。これらの現象がデカルコマニーの最大の特徴である。これらの特徴と近い表現が可能な既存手法に、画像処理で扱われている滲み処理がある。滲み処理は近傍のピクセルの RGB 値の各輝度の平均を取ることで、適用範囲の色を滲ませることができる。しかし滲み処理では色の混色はある程度再現することができるが、押しつぶした際の塗料が押し広がる現象はほとんど再現できないという問題がある。本研究では紙と絵具等で行うデカルコマニーの押しつぶし表現を再現するために、新たに厚みの概念を定義したピクセルデータに輝度計算を行った。大まかな塗料押しつぶし表現の流れは、まずピクセルのマス目の集合を 2 次元座標空間と捉え、その空間内に円状の押しつぶす領域を決定する。最後に、押しつぶす領域内に存在する全ピクセルの色を、押しつぶす領域の中心から押しつぶす領域外のあるピクセルの色に反映することで、塗料が押し広がる際に滑らかな円状に広がる様子を表現した。図 3.3 は押しつぶす際のピクセル処理の様子を示している。

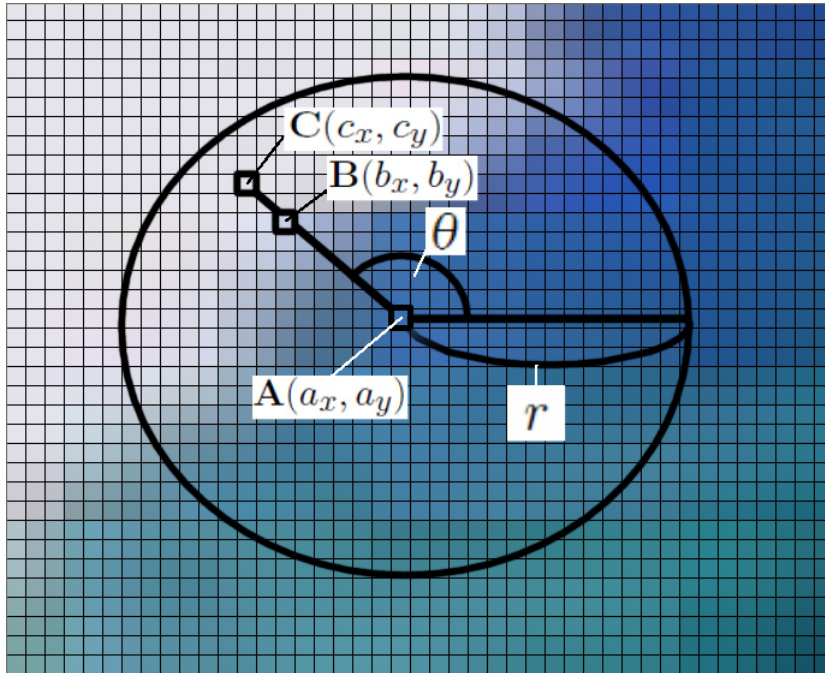


図 3.3: 押しつぶす際のピクセル処理の様子

次に、先に述べた大まかな塗料の押しつぶし表現の流れの中で行う具体的なピクセルの計算方法をについて図 3.3 を用いて説明する。まず、押しつぶす領域の中心点のピクセルの座標を $A(a_x, a_y)$ 、 A から押しつぶす領域の境界までの半径を r 、押しつぶす領域内の任意のピクセルの座標を $B(b_x, b_y)$ 、 A を通り x 軸に並行な直線と直線 AB のなす角を θ 、直線 AB の延長線上にあり、 B から任意の距離にあるピクセルの座標を $C(c_x, c_y)$ とする。 θ の角度は弧度法での表記とする。

A と B の座標が与えられ、そこから θ を求め、最後に C の座標を決定し、 C のピクセルに B の色を混ぜるとするのが手順の流れである。 θ の値は式 (3.2) で求めることができる。

$$\theta = \begin{cases} 0 & (a_y = b_y \text{ かつ } a_x < b_x \text{ のとき}) \\ \frac{\pi}{2} & (a_x = b_x \text{ かつ } a_y < b_y \text{ のとき}) \\ \pi & (a_y = b_y \text{ かつ } a_x > b_x \text{ のとき}) \\ \frac{3}{2}\pi & (a_x = b_x \text{ かつ } a_y > b_y \text{ のとき}) \\ \arctan\left(\frac{b_y - a_y}{b_x - a_x}\right) & (a_x \neq b_x \text{ かつ } a_y \neq b_y \text{ のとき}) \end{cases} \quad (3.2)$$

次に $\mathbf{B}(b_x, b_y)$ 、式(3.2)で求めた θ からピクセル \mathbf{C} の座標 c_x, c_y を求める。式(3.3)、(3.4)は θ と b_x, b_y から c_x, c_y を求める式である。式(3.3)、(3.4)中の d は \mathbf{B} から \mathbf{C} までの距離に関連する定数であり、押しつぶす際の塗料の押し広がる勢いを決定する。

$$c_x = d \cos \theta + b_x \quad (3.3)$$

$$c_y = d \sin \theta + b_y \quad (3.4)$$

最後に \mathbf{C} のピクセルに \mathbf{B} のピクセルの色を混ぜる。 \mathbf{C} の RGB 値の各輝度を o 、 \mathbf{B} の RGB 値の各輝度を p とすると、混色後の \mathbf{C} の RGB 値の各輝度 q を求めることで、押し広がる際のピクセルの色の混ざり表現が再現できる。ピクセル \mathbf{C} の混色後の RGB 値の各輝度 q は式(3.5)を用い、 o と p の平均値を計算することで求めることができる。

$$q = \frac{o + p}{2} \quad (3.5)$$

ここまでの手順を、押しつぶす領域内に存在する厚みの値が一定以上のピクセルを \mathbf{B} と置き換えて計算することで、ピクセルが徐々に押しつぶす領域の外側へ押し出され塗料が混ざりあうといった様子を表現した。

3.3 支持体の折りたたみ表現

支持体の折りたたみを行う場合、開いた際にデザインの模様がシンメトリーになるという特徴がある。紙と絵具等で行うデカルコマニーでは、出来上がるデザインが折りたたみによるシンメトリーを想定して作る場合が多い。この特徴を表現するために、鏡像反転処理 [26] を応用した。鏡像反転処理とは、元の画像の左右反転結果を求める処理である。本研究ではシンメトリーにする際につける折り目は、支持体の中心を縦に分割するようにつけられたものとして扱う。反転前のピクセルの x 座標を a 、画像の横幅を w とすると、支持体の中心の x 座標を $\frac{w}{2}$ 、反転後のピクセルの x 座標を b とし、 $0 < a < w$ 、 $0 < b < w$ の場合、反転後のピクセルの x 座標 b は式 (3.6) で求めることができる。

$$b = w - a \quad (3.6)$$

折りたたみ表現を行う手順は、まず初期状態の画像の横幅の中心を境に、左側と右側の画像に分割する。次に分割した画像の双方を鏡像反転したものを、左側を反転したものは右側の画像に、右側を反転したものは左側の画像に合成する。合成の際には反転した画像と初期状態の画像のピクセルの輝度の平均を取る。これにより、折りたたんだ際に、折り目の左側の塗料が右側に付着し、折り目の右側の塗料が左側に付着するといった現象を表現した。図 3.4 は折りたたみ表現の手順を図示したものである。

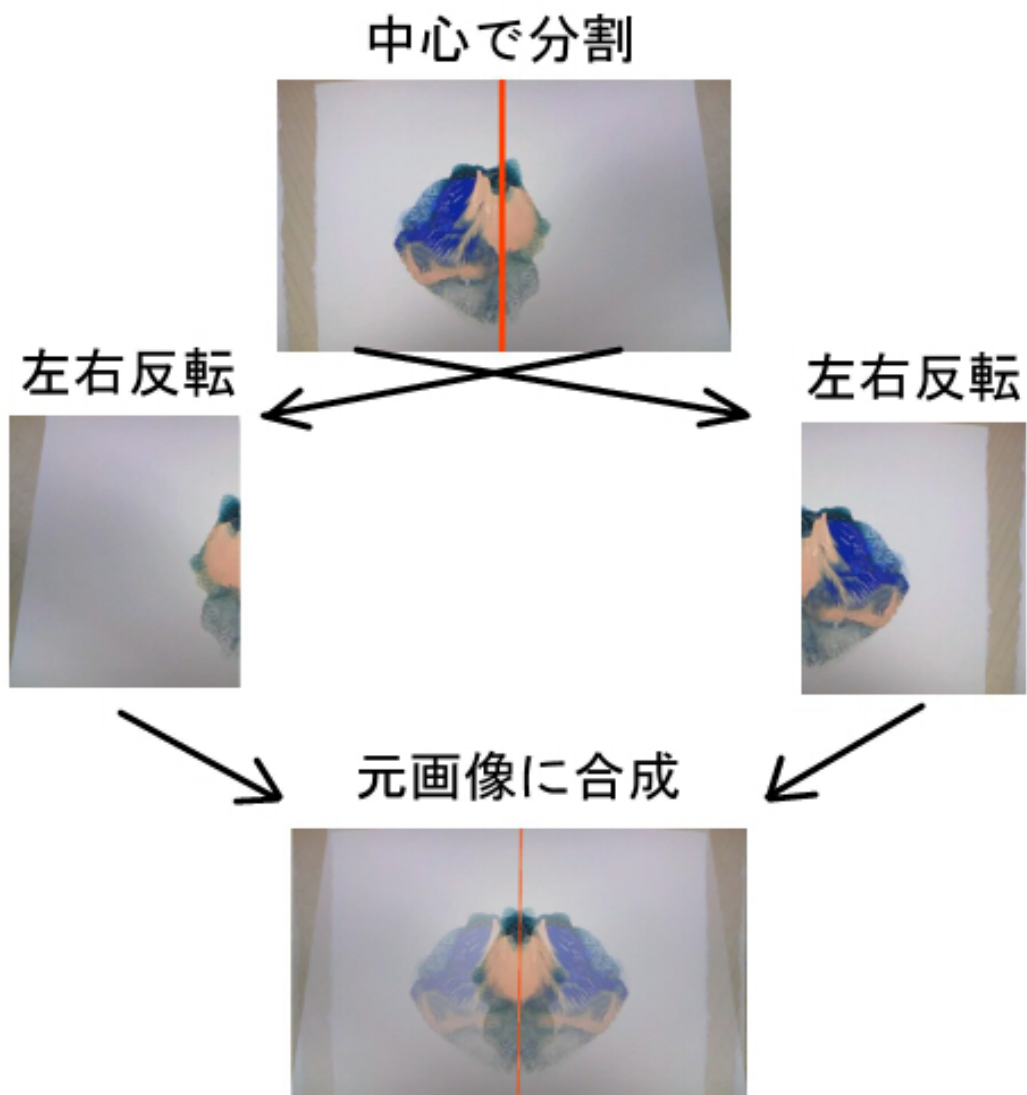


図 3.4: 折りたたみ表現の手順

第 4 章

評価・検証

本項では、提案手法を用いて実装を行ったシステムを用いて、提案した手法による塗料の配置、塗料の押しつぶし、折りたたみの表現ができているかを検証する。そのために、システムの操作や入出力方法を示す。また、提案手法での面白さを評価・検証するため、デジタルならではの表現の応用例を示す。最後に、試用したユーザーからの意見・感想を分析し、提案手法ならではの面白さを感じてもらえたかどうかを評価・検証する。

4.1 システム概要

本研究では、2章で説明したデカルコマニーを模倣するための塗料の配置表現、塗料の押しつぶし表現、折りたたみ表現を実装したシステムを試作した。本システムは塗料の配置、塗料の押しつぶし、支持体を開くといった紙と絵具等で行うデカルコマニーの制作工程を模した操作を行うことで、デカルコマニーに類似したデザイン作品を制作することができる。図 4.1 は本システムの基本画面である。

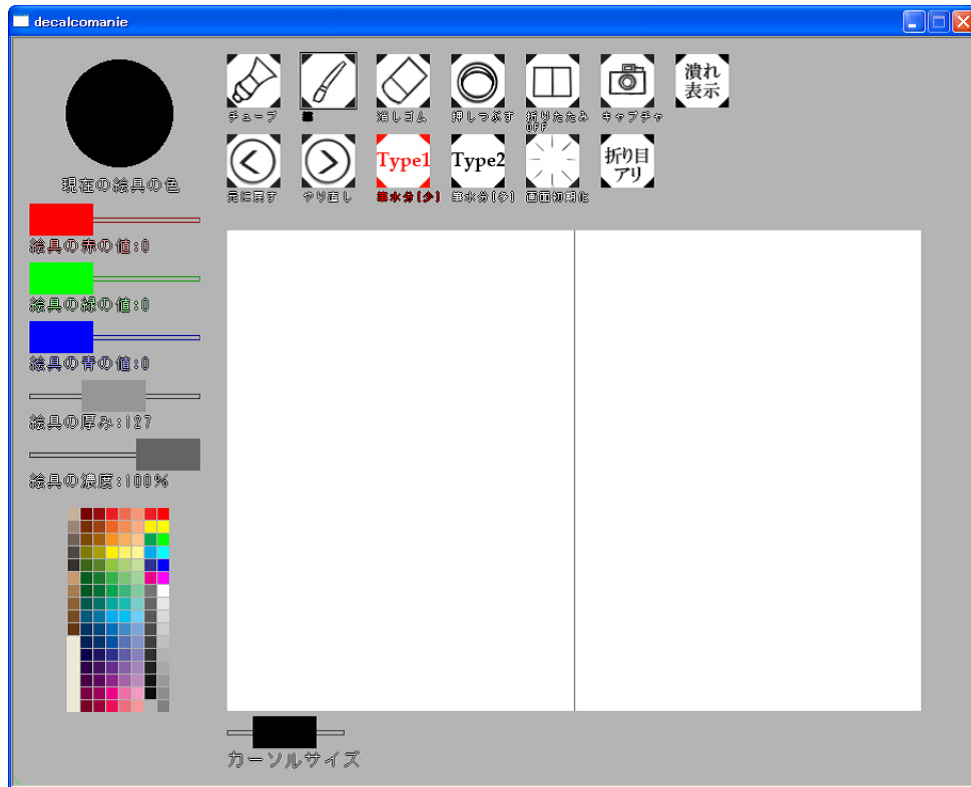


図 4.1: 実装したシステムの基本画面

4.2 操作手順と出力結果

本節では実装したシステムで提案手法の説明時に述べた塗料の配置、塗料の押しつぶし、折りたたみの一連の流れが表現できているかを検証する。また、配置した塗料の厚みによって出来上がるデザインにどのような変化が起こるかを検証する。まず、塗料の配置操作の説明をする。塗料の配置の際は塗料の色と濃度、厚みを決定し、筆またはチューブから直接配置するかを選択、筆やチューブの口のサイズを決定し、キャンバスに塗料を配置する。図 4.2 は塗料配置操作を行った様子である。

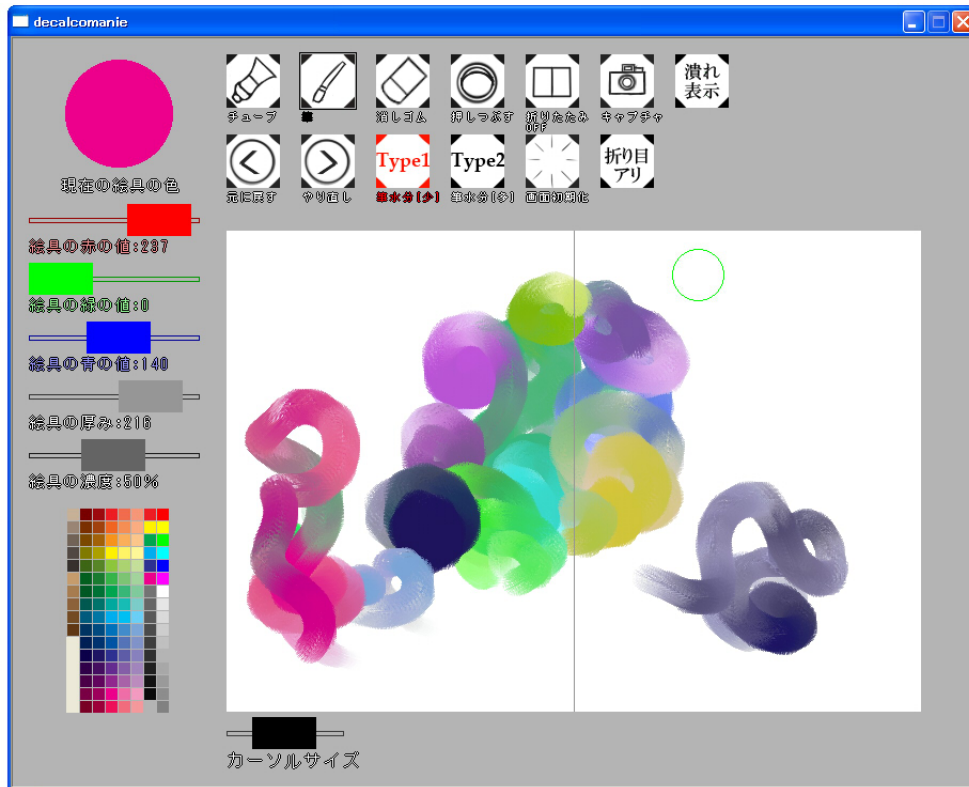


図 4.2: 塗料の配置操作

次に、押しつぶし操作の説明を述べる。塗料の配置が完了したら、シンメトリー
 のデザインにする場合は押しつぶす操作を行う前にキャンバスを半分に折りたた
 む操作を行う。そしてバレンを模したカーソルによって塗料を押しつぶしていく。
 本システムでは入力デバイスにペンタブレットを用いており、押しつぶす操作で
 はペンタブレットの筆圧感知の強弱により、押しつぶす領域の大きさも変化する。
 また、実際のデカルコマニーでは押しつぶす場合に、支持体が透明な材質のもの
 でなければ塗料の押し広がる様子の詳細を確認することは出来ないが、本システ
 ムでは塗料の押し広がる様子の半透明表示と非表示をユーザーが切り替えること
 ができる。図 4.3 はバレンを模したカーソルを用いて、シンメトリー
 のデザインにする場合の押しつぶす操作を行っている様子である。

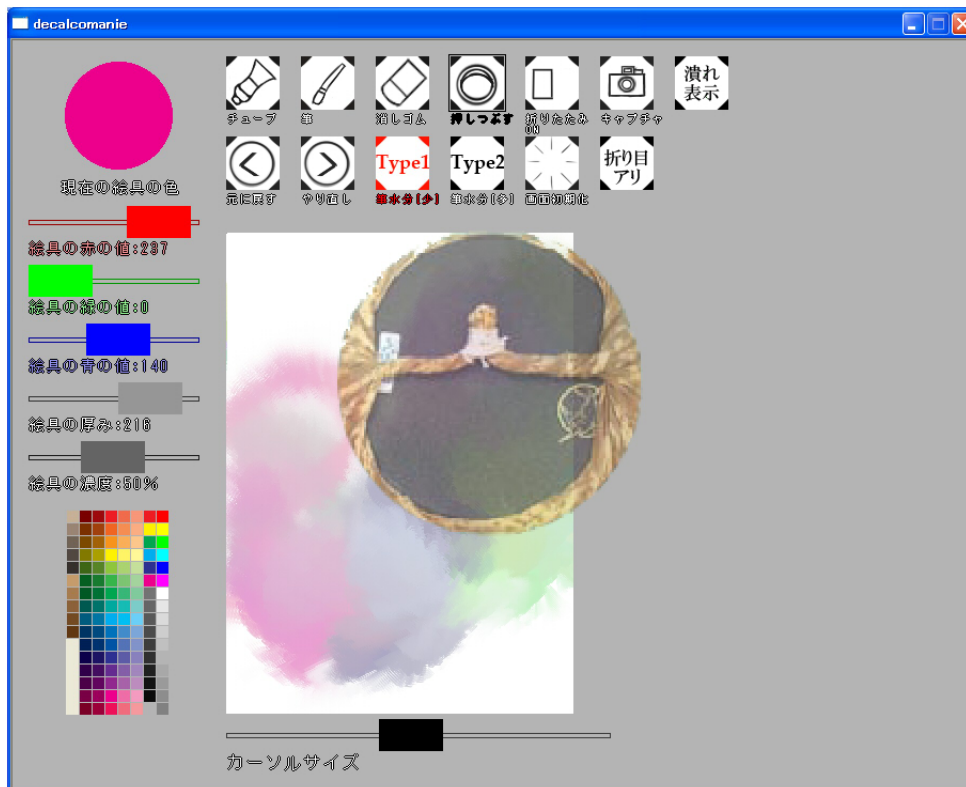


図 4.3: 押しつぶす操作

シンメトリーのデザインにする場合は半分に折っていたキャンバスを元に戻し、シンメトリーのデザインにしない場合は押しつぶす操作が完了した時点でデザインは完成となる。完成後でも、さらに塗料を配置したり押しつぶす操作をすることができる。図 4.4 は折っていたキャンバスを開いて操作手順が全て完了し、デザインが完成した様子である。図 4.2 の塗料配置時の様子と比較すると、塗料が押し広がることで、デザインが大きく変化していることがわかる。

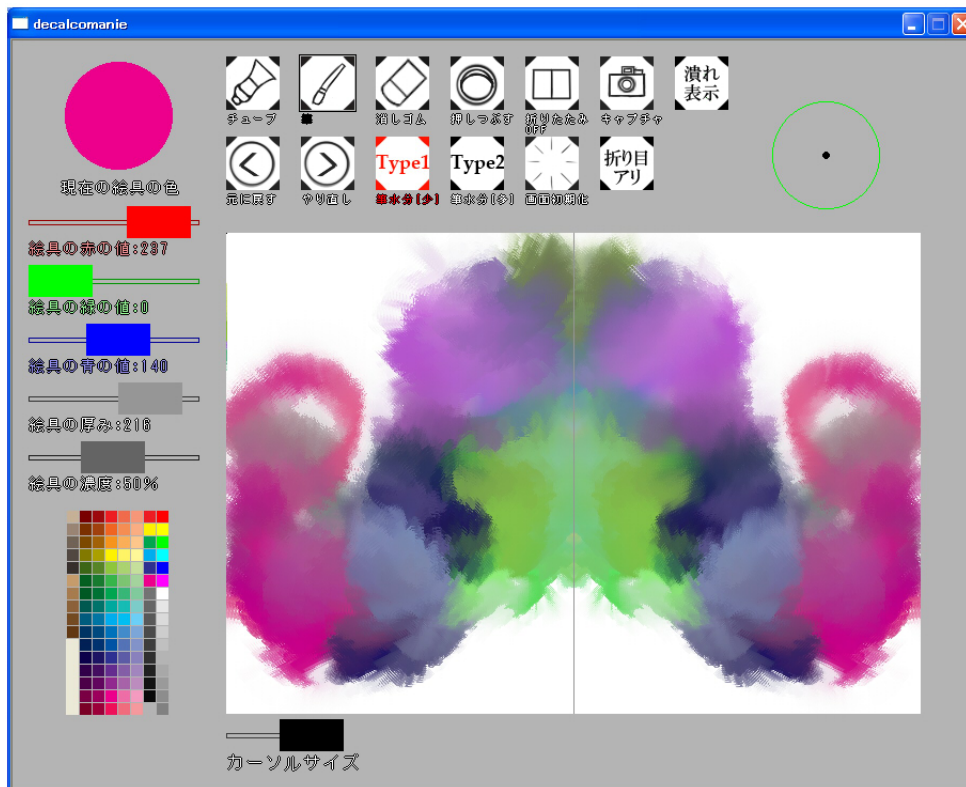


図 4.4: 一連の操作手順の完了結果

また、配置した塗料の厚みによって、押しつぶした際の結果の変化ができていくかどうかを検証する。図 4.5 は本システムを用いた場合の、塗料の厚みによるデザイン結果の違いを比較した画像である。塗料の厚みの大きさによって、塗料の押し広がる範囲にも変化が起きているということがわかる。

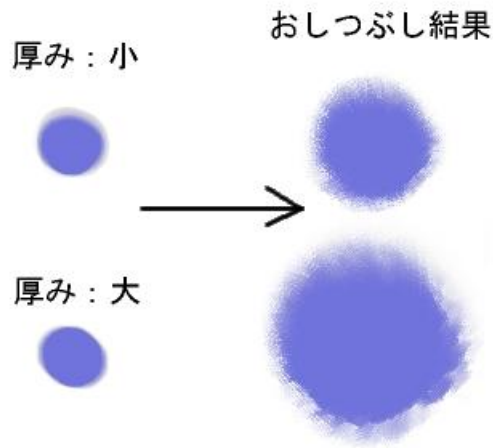


図 4.5: 塗料の厚みの違いによるデザインの変化

以上のことから、塗料の配置、塗料の押しつぶし、折りたたみの一連の流れを本システムの操作によって表現できることがわかる。

4.3 デジタルならではの表現の例

本節では、デカルコマニー本来の面白さに加えて、デジタルならではの表現の応用例を示す。本システムでは、多くのソフトウェアに備わっている機能である「元に戻す」、「やり直し」(アンドゥ、リドゥ)を実装している。これを応用し1通りの塗料の垂らし方から、複数のデザイン結果を試すといったことができる。図 4.6 は本システムで1通りの塗料の垂らし方から分岐したデザイン結果を示した画像である。

押しつぶし方によって分岐したデザイン結果

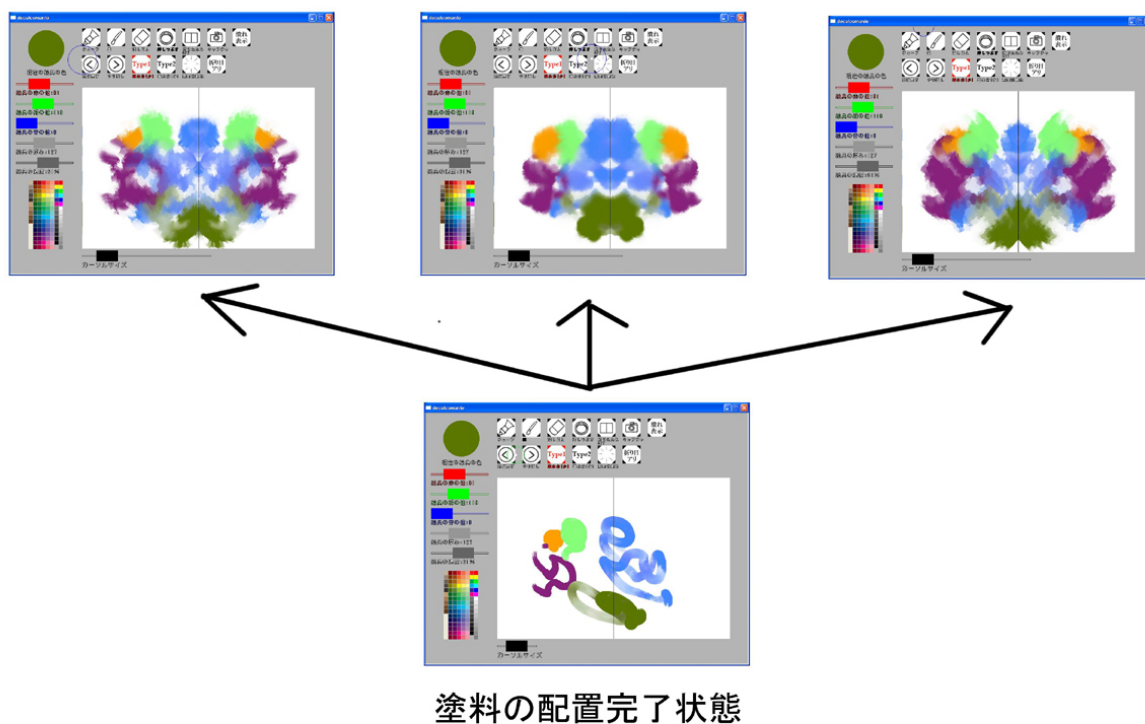


図 4.6: 1 通りの塗料の配置から分岐したデザインの結果

また、本システムではシステム上の仮想キャンバスを画像データとして保存したり、読み込むことができる。これを応用し、本システムで制作した画像データの他に、コンピュータ内に保存されている写真データに対しても押しつぶし、折りたたみを行うといった使い方もできる。その際、読み込む画像データと同時に、別途厚みのパラメータを保持するための画像データを読み込む。この厚みのパラメータを保持する画像データでは、RGB成分のR値を厚みのパラメータとして扱う。厚みのパラメータを保持する画像データを編集・加工することで、押しつぶす対象となる画像データの厚みのパラメータを自由に設定することができる。図 4.7 は本システムでの塗料の配置工程を画像データを用いて代用し、押しつぶし、折りたたみ操作を行った結果を示した画像である。

利用する画像データの初期状態

本ツールによる操作を施した結果

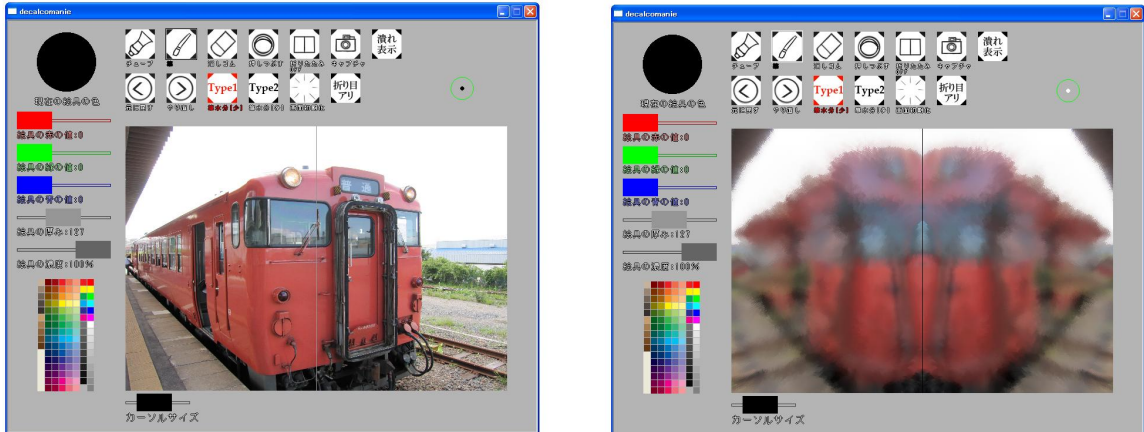


図 4.7: 画像データに本システムの操作を施した結果

このように、提案手法では現実のデカルコマニーとは異なった楽しみ方があり
ことがわかる。

4.4 試用したユーザーからの意見・感想

本研究では提案手法を実装したシステムを 2009 年の 10 月 11 日、10 月 12 日の 2
日間に渡って開催された東京工科大学・日本工学院八王子専門学校 学園祭『第 5
回紅華祭』で展示した。そこに来場した不特定多数のユーザーに本システムを試
用してもらい、その際に得られた意見や感想から、デカルコマニーの面白さと、提
案手法ならではの面白さについて記述されていたものを抽出し、以下にまとめる。

- 折りたたんでひらく時ワクワクした
- にじむ様子や絵の具の厚みを考慮されていて作品としてキレイでした
- 機能が面白くいろいろ使ってみたくなるようなものだった
- ペインターやフォトショップのプラグインにできると面白いかも

「折りたたんでひらく時ワクワクした」「にじむ様子や絵の具の厚みを考慮されていて作品としてキレイでした」という意見からは、デカルコマニー本来の面白さを本システム上で感じてもらえたことがわかる。また、「機能が面白くいろいろ使ってみたくなるようなものだった」、「ペインターやフォトショップのプラグインにできると面白いかも」という意見からは、デカルコマニー本来の面白さの他に、提案手法によるデジタルならではの面白さを感じてもらえたことがわかる。以上の意見を分析した結果、試用したユーザーからはデカルコマニーの面白さに加えて、デジタルならではの面白さを感じてもらえていることがわかる。

第 5 章

まとめ

本研究では B-Spline 曲線による線形補間を用いての滑らかな塗料の配置と、角度と距離を用いたピクセルの輝度計算により塗料の押しつぶした際の混色、にじみ表現だけでなく押し広がる様子の表現ができた。また、鏡像反転によるシンメトリーのデザイン表現や、提案手法によるデジタルならではの表現の応用例を示すことができた。最後に、提案手法を実装したシステムを試用したユーザーからは、デカルコマニーの面白さに加えて、提案手法ならではの面白さを感じてもらえた。以上のことからデカルコマニーを模倣した新しい表現を提案することができたといえる。

今回提案したデカルコマニーの表現手法では、塗料の押しつぶし、折りたたみの際に物理的現象については考慮していない。そのため現実のデカルコマニーとは得られるデザインが異なる部分が出てきてしまう。実際のデカルコマニーと同じデザインをコンピュータ上で再現することを必要としているユーザー層があるのであれば表現力を重視し、ある程度操作が複雑であっても、コンピュータ上での表現におけるデカルコマニーの有用性を新たに示すことができるのではないかと考えられる。また、試用したユーザーの意見にあった現在普及しているペイントツールやレタッチツールのプラグインとするなどの機能の改良をしていくことで、コンピュータならではの面白い表現の幅が広がると考えられる。

謝辞

研究期間中や本論文の執筆をするにあたり、多くの方々に貴重な意見や御協力をいただきました。ここに感謝の意を表し謝辞とさせていただきます。長期間に渡り様々な困難に直面し試行錯誤を繰り返す中で1つの目標に向かい努力し、成果を挙げるということができたという経験は今後の人生において私に自信を与えてくれるでしょう。ご指導いただいた渡辺大地先生、共に切磋琢磨し時に励まし合い私を支えてくださった研究室の皆様本当にありがとうございました。

参考文献

- [1] 阿部信行, [プロの技を学ぼう/かんたんデジタル絵画工房], カーネルメディア (2006).
- [2] HAL __, [Photoshop、Painter で習得する名画の筆使い パソコン絵画入門世界の巨匠編], 河出書房新社 (2005).
- [3] 渡辺賢悟, “現実の画材の使用感を模擬したデジタルペインティングツールの研究,” 東京工科大学大学院メディア学研究科 修士論文 (2004).
- [4] 霜崎 知子, “クレヨン風描画が可能なペイントツールの開発,” 東京工科大学メディア学科 イメージメディアプロジェクト (2004).
- [5] 高山達也, “モーショキャプチャを用いた アクションペインティングの研究,” 東京工科大学 メディア学科 イメージメディアプロジェクト (2008).
- [6] 星野雅俊, “砂絵風の描画が可能な ペイントツールの開発,” 東京工科大学メディア学科 イメージメディアプロジェクト (2008).
- [7] 櫻井稔江渡 浩一郎, “Sequential Graphics: 描画時の臨場感を再現するペイントソフト,” *16th Workshop on Interactive Systems and Software (WISS 2008)* (2008).
- [8] 草地映介 渡邊淳司, “表現意図と偶然性を併せ持つ” Minimal Drawing” の提案,” 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 12(3), 389–392 (2007).

- [9] 楠房子, 草. 渡., “ロールキャンバス: 動的なキャンバスを持つペイントツール,” *EC2005 予稿集*, 101–106 (2005).
- [10] 美馬義亮, 木村健一, and 柳英克, “リフレクションのための抽象画自動生成ツール-ThinkingSketch,” *芸術科学会論文誌* 1(1), 39–45 (2002).
- [11] Ryokai, K., Marti, S., and Ishii, H., “I/O brush: drawing with everyday objects as ink,” in [*Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*], 303–310, ACM New York, NY, USA (2004).
- [12] 岩井大輔 金谷一朗 日浦慎作 井口征士 佐藤宏介, “ThermoPainter:熱画像を用いたタブレット型入力装置とそのインタラクティブ描画システム,” *情報処理学会論文誌* 46(7), 1582–1593 (2005).
- [13] Hornof, A. and Cavender, A., “EyeDraw: enabling children with severe motor impairments to draw with their eyes,” in [*Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*], 170, ACM (2005).
- [14] Levin, G. and Yarin, P., “Bringing sketching tools to keychain computers with an acceleration-based interface,” in [*Conference on Human Factors in Computing Systems*], 268–269, ACM New York, NY, USA (1999).
- [15] 高山達也, “モーションキャプチャを用いた アクションペインティングの研究,” *東京工科大学 メディア学科 イメージメディアプロジェクト* (2009).
- [16] Chen, X., Koike, H., Nakanishi, Y., Oka, K., and Sato, Y., “Two-handed drawing on augmented desk system,” in [*Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces*], 219–222, ACM (2002).
- [17] 橋美知子, “オリジナル・デカルコマニーの制作: 遊びとしての絵画制作 Making of Original Decalcomanie: Painting as a Pleasure,” (1997).

- [18] Musashino Art University, “デカルコマニー.” <http://zokeifile.musabi.ac.jp/contents/decalco/decalco.pdf>.
- [19] 堀内秀雄 杉本亜鈴, “幼児の造形表現における素材・材料の研究—描画材作りによる子どもの表現意欲の高まりについて,” **東京成徳短期大学紀要第 38 号** (2005).
- [20] 本多正直, “美術教育の講義における模擬授業の実践,” **共愛学園前橋国際大学論集** (2005).
- [21] 高橋雅春 西尾博行 高橋依子, [ロールシャッハ・テスト実施法], vol. 237, 金剛出版 (5 2006).
- [22] 齋藤豪 中嶋正之, “インタラクティブペイントツールのための筆モデル,” **情報処理学会研究報告. グラフィクスと CAD 研究会報告 99(70)**, 79–84 (1999).
- [23] 石井悠介, “毛筆風ペイントツールの開発,” **東京工科大学 メディア学科イメージメディアプロジェクト** (2006).
- [24] W. J. Gordon and R. F. Riesenfeld, “Bernstein-Bézier methods for the computer aided design of free-form curves and surfaces,” *journal of the ACM* **21**, 293–310 (1974).
- [25] Prautzsch, H., Boehm, W., and Paluszny, M., [*Bézier and B-spline techniques*], Springer Verlag (2002).
- [26] 酒井 理雄, “画像に関するソフトウェアコンポーネントの作成と評価,” **中部大学桐山研究室** (2000).