

Mixing Dropper :

自動調色と液体特性による描画手法の提案

内堀元聡¹⁾ (学生会員)

尼岡利崇¹⁾ (正会員)

1) 明星大学大学院情報学研究科

Mixing Dropper :

Proposal for a drawing method based on automatic colour mixing and liquid properties

Motoaki Uchibori¹⁾(Student Member) Toshitaka Amaoka²⁾(Member)

1) Graduate School of Information Science, Meisei University

25mj006@stu.meisei-u.ac.jp, amaoka@is.meisei-u.ac.jp

概要

本研究では、デジタル画像の重要性が相対的に低下していると考えられる現代において、デジタル画像に新たな体験価値や鑑賞方法を付与することを目的とし、プロセスアートの概念に基づいた描画システム「Mixing Dropper」を提案・実装する。本システムでは、任意のデジタル画像から抽出した色彩情報を用いて、デジタル画像を絵画として生まれ変わらせる。また、その過程をプロセスアートとして表現し、描画物と鑑賞体験の両視点から、デジタル画像に新たな価値を与える。これを具現化するために、RGB 値から CMYK 値への変換を基にした自動調色機能、液体の滴下過程を可視化する描画フロー、そして液体特性と支持体特性を利用した偶発性のある表現を統合している。評価実験の結果から、調色手法や調色フロー、描画手法に関する展望が考えられた一方、デジタル画像に対して新たな価値を付与できた。本研究は、従来のデジタル画像技術やプリント技術を補完する新たな視点を提供するとともに、情報技術による芸術表現におけるプロセスアートの応用可能性を拡張するものである。

Abstract

This study proposes and implements "Mixing Dropper," a drawing system based on the idea of process art. The goal is to give digital images new experiential value and a new way of appreciating them. This is important because digital images are considered to be losing importance. The system uses color information from any digital image to turn it into a painting. It also expresses the process as process art, giving new value to the digital image from the viewpoints of both the object being drawn and the experience of viewing it. To do this, we added a color mixing function that automatically changes from RGB to CMYK values. We also added a drawing process that shows the liquid drop process. Finally, we added an accidental expression that uses the characteristics of the liquid and the support material. The results of the evaluation experiments suggest that there are some prospects for color mixing techniques, color mixing processes, and drawing methods. They also add new value to digital images. This research offers a new way of thinking that works well with traditional digital imaging and printing technologies. It also makes it so that more people can use process art in artistic expression through information technology.

キーワード

インタラクティブメディア, 芸術表現, 液体特性, プロセスアート, 抽象画

Keywords

Interactive media, Artistic expression, Liquid properties, Process art, Abstract painting

1. はじめに

近年、デジタル画像技術やイメージングセンサ技術の高度化、プリント技術の進歩に伴い、写真とは、フィルムカメラで対象を撮影し現像することで得るものから、デジタルカメラで撮影された画像をプリントするものになっている。さらに、クラウド技術の普及により、今ではプリントする機会さえも減少しつつある。しかし、従来の現像やプリントを通じた、写真という画像の保管方法と比較し、クラウド上に膨大な量のデジタル画像がほぼ無制限に保管される現在では、ユーザーにとってデジタル画像1枚1枚の重要性が相対的に低下していると考えられる。これは、クラウド上に保管されたデジタル画像に対し、ほぼ無制限に保管できるが故に「いつでも見返すことができる」という認識がユーザーに浸透していることに起因していると推察される。

また、デジタル技術の進化により、芸術表現の在り方も大きく変化している。デジタルアートは、パソコンやタブレット、AI技術を駆使した新たな表現手法として、多くのアーティストやクリエイターによって取り入れられている。特に、SNSの普及により、デジタル作品がオンライン上に掲載され、個人が手軽にデジタル作品を公開や鑑賞、売買取引できる環境が整ったと言える。これにより、デジタルアートの価値はかつてないほど高まっている。しかし一方で、デジタルアートが一般化するにつれ、アナログ表現への回帰現象も見られるようになった。特に若年層の間では、フィルムカメラやレコードの人気再燃や、手書きのイラストやペインティングなど、デジタル技術に依存しない創作活動が注目されている。服部桂は、近年のアナログ回帰について論述する中で「メディアというものは、器としての身体性や物質性が肝要ではないか」[1]と述べており、アナログ特有の偶発性や質感、制作過程の可視性が、新たな価値として再評価されていることにも起因していると考えられる。

これに伴った、物理的なアート体験の価値も再び注目されている。デジタルアートは主に視覚的な体験にとどまるが、物理的な質感や筆触、絵の具の広がりといった要素を伴うアートには独自の魅力がある。ヴァルター・ベンヤミンは、「『ほんもの』という概念は、オリジナルの『いま』『ここに』しかないという性格によってつくられる」[2]と述べている。鑑賞者が作品の制作過程を直接目にし、その変化を体験できることは、デジタルアートにはない新たな価値を生み出す。物理的なアート体験は、作品の唯一性とリアルな質感を強調する。例えば、油彩画では筆跡の重なりや絵の具の盛り上がり、陶芸では焼成時の変化や釉薬の流れが、作品ごとに異なる個性を生み出す。これに対し、デジタル作品はデータとして複製が容易であり、物理的な偶発性を伴わず、唯一性が希薄になりやすい。このような背景から、アナログ手法によって制作された作品における「一点もの」としての価値が見直されているとも推察される。さらに、制作プロセスの可視化も重要な要素である。伝統的な絵画制作では、下描きから仕上げに至るまでの過程が創作の一部として重要視され、近年のデジタル環境でも、最終成果物のみを鑑賞の対象とせず、レイヤーを用いたイラストの執筆過程など、作品の制作過程が動画として掲載される場合も多い。これにより、鑑賞者は完成品だけでなく、その生成過程にも関心を持ち、作品に対する理解を深

めることが可能である。

これらの背景を受け、本研究では、デジタル画像に対して「いま」「ここに」しか存在しないオリジナル性を付加し、完成した描画物と鑑賞体験の両視点から、新たな鑑賞・体験価値を付与する手法として、「Mixing Dropper」というシステムを実装し、評価する。これにより、芸術作品制作におけるデジタル化とアナログ回帰という制作手法の偏移に対し、両手法を融合させた制作手法を提案し、芸術表現における新たな可能性を探る。

2. 本研究の目的

近年、デジタル画像技術やクラウド技術の進歩により、ユーザーにとってデジタル画像1枚1枚の重要性が相対的に下がっている。このような現状において、デジタル画像に対して新たな価値や鑑賞方法、楽しみ方を付与する手法を提案することで、体験者にとってデジタル画像の重要性が高まるのではないかと考える。そこで、本研究ではデジタル画像に対して新たな鑑賞・体験価値を付与する表現手法として、「Mixing Dropper」を提案し実装する。本提案手法は、新たな表現手法として、絵画における調色と描画の過程をプロセスアートとし、両過程を体験者にリアルタイムで明示する、独自の表現手法を持つシステムである。本システムの表現手法が、デジタル画像に対して新たな価値や鑑賞方法、楽しみ方を付与する手法として有効であることを示すため、以下の3点を本研究の目的とする。

1. 絵画をプロセスアートとして描画するシステムの実装と提案
2. プロセスアートとして描画することによる、デジタル画像に対する新たな鑑賞・体験価値の付与
3. 体験者自身がデジタル画像に対して、新たな価値や鑑賞方法、楽しみ方を創出する契機の提供

本システムでは、基となるデジタル画像（以降「基画像」と呼称する）から、色に関するRGB値と座標値の2点のデータを取得し、絵画を描画する。これにより、絵画には基画像における色の要素が組み込まれ、完成した描画物は、基画像を、基画像の色彩情報を基として生まれ変わらせた絵画であると考えられる。調色フロー・描画フローそのものを鑑賞する体験を提供することにより、デジタル画像に対して「いま」「ここに」しか存在しないオリジナル性を付加し、完成した描画物と鑑賞体験の両視点から、新たな鑑賞・体験価値の創出が可能であると考えられる。これにより、ユーザーがデジタル画像に対して再評価を行い、新たな価値や楽しみ方を見出す契機となると考えられる。

3. プロセスアート

3.1 プロセスアートの概要

現代アートの一形式としてプロセスアートが存在する。プロセスアートは、1960年代のミニマリズムやコンセプチュアルアートといった現代美術の中から生まれた。作品の完成形だけでなく、制作プロセスそのものが重要視されるため、アーティストの行為や物質の変化、時間の経過などが芸術の中心となる。プロセスアートではそ

の特性から、インクの垂れや染み込みなど、人の介入がない自然現象による偶発性や即興性が作品制作の過程に多く取り入れられている。しかし、日本の書道パフォーマンスといった、制作者自身の身体的な行為や動作などが含まれる場合もあり、人の介入がない自然現象によって制作される作品のみがプロセスアートとされるのではなく、あくまでも制作の過程に重きを置いた芸術がプロセスアートと見なされる。また制作に用いられる物質はインクだけに限らず、金属や布、ガラスや生物など、作品制作に用いる素材の特性も制作にとって重要な一要素として取り入れられ、物質や自然現象とともに、その変化の過程である時間性も重要視される。更に上記の要素を鑑賞者に示すため、一般的な芸術作品のように完成した作品を飾る、展示するなどして鑑賞者に示すだけでなく、パフォーマンスなどを通して作品の制作過程から鑑賞してもらう場合が少なくない。

3.2 情報技術を用いたプロセスアート

プロセスアートはその特性上、必ずしも表現にキャンバスや絵の具を用いる必要は無い。近年では各種センサーやLED、マイクロコンピュータなどの情報技術を用いたプロセスアートが制作されている。メキシコ生まれのメディアアーティストであるラファエル・ロサノ・ヘメルは「Pulse Room」[3] (図3.1) という作品を制作した。本作品は観客の心拍数を測定し、そのリズムに合わせて照明が点滅するインスタレーションである。参加者が心拍センサーに触れることで、空間全体の照明が心拍のリズムによって変化する。観客同士が織りなす動的なプロセスがこの作品の本質であり、情報技術による生体データのリアルタイム処理が、作品の変化とプロセスを生み出している。



図3.1 Pulse Room

4. 関連作品・研究

4.1 色水の調色を用いた作品・研究

4.1.1 身の周りのものの色を自動で再現する装置

身の周りのものの色を読み取りそれを絵の具で再現する装置[4]では、カラーセンサから取得したRGB (Red, Green, Blue) 値をCMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Key plate) 値の比率に再計算し、その比率どおりに色水を混ぜている。色水が入ったタンクの位置を高く設置することで、色水は重力に則り、チューブの中を自然に流れ落ちていく。サーボモーターを用いてチューブを折り曲げることで、色水の流れをせき止め、調色に用いる液量を調節している。カラーセンサで読み取ったRGB値の受け取り、サーボモーターの動作制御を、マイクロコンピュータであるArduinoが担い、読み取った色のディスプレイへの表示、RGB値データのCMYK値へ

の再計算を、総合開発環境であるProcessingが担っている。本作品においてRGB値からCMYK値への再計算に用いられた数式は、Mixing Dropperにも同様に用いられている。

4.2 プロッタを用いた作品・研究

4.2.1 Sonorous Canvas

Sonorous Canvas (ソノラス キャンバス) [5]では、体験者の発する声に応じて、支持体である紙に対して筆ペンで音形を描画する。描画時は描画と同時に体験者の音声入力への録音も行っており、録音された音声データは開発プラットフォームであるGitHubにて管理され、音声データが埋め込まれたwebページの作成が行われる。完成した描画物には、作成されたwebページへのQRコードを印刷し、物理的なメディア、この作品では紙に対し、音楽や音声を保存し鑑賞する手法として提案している。この作品の描画手法にはXYZプロッタが用いられている。この作品では音を保存するメディアを題材としていることから、レコードを彷彿とさせるような描画がキャンバスになされる。キャンバスの中心から外側に向かって円を描くようにプロッタのXY座標を制御し、体験者の発する声量によってプロッタのZ座標を制御することで、筆ペンの高さをコントロールしている。

4.3 液体の滴下を用いた作品・研究

4.3.1 dyebirth observation

dyebirth observation (ダイバース オブザベーション) [6]では、生命の誕生、進化、淘汰などのプロセスを再現する簡易的モデルであるライフゲームアルゴリズムを用い、そのアルゴリズムにしたがってさまざまなインクを滴下する。滴下されたインクが混ざり合う際に起こる、粘性樹状突起形成やマランゴニ効果などの散逸構造に関連する物理現象を活用することで、エネルギー散逸に伴って自然に形成される複雑なパターンを引き出す。この作品は、アナログ的手法を使用することにより、デジタルまたは機械的なプロセスでは得られない有機的かつ直感的な模様や形態が生成されるインスタレーション作品である。また本作品を、液体の滴下を用いた関連作品として取り扱っているが、滴下の位置をXYプロッタでコントロールしているため、XYプロッタを用いた関連作品でもある。

4.3.2 Fluidic Painting

Fluidic Painting [7]は、従来の絵画表現とは異なり、絵の具と支持体（描画面）との相互作用を通じて時間的変化を示すアート作品である。この作品では、透明な支持体上に絵の具が滴下されると、絵の具はその表面を濡らし、支持体を着色しながら広がり、支持体上に図像を浮かび上がらせる。絵の具の重なりは時間とともに変化し、作品に動的な表現が生まれる。また、絵の具の滴下が終了すると、浮かび上がった図像は徐々に消失していく。この作品の表現は、支持体の微細構造と液体である絵の具との相互作用によって引き起こされる自然現象、拡張ぬれや毛細管現象などの物理的現象に基づいている。絵の具は、3Dプリント技術によって設計された支持体の微細な構造に沿って動き、確率論的な挙動にしたがって表現が展開する。これにより、作品の生成過程は、人為的な介入のない物質に対する時間の流れによって形成される。このパフォーマンスは再現

可能である一方、環境条件、特に湿度や温度に依存するため、各回の表現はその時々固有性を持つ。

4.4 関連作品・研究との差異

4.1.1では、4色の色水を混ぜて任意の色水を作り出す点。4.2.1では、プロッタを用いた描画を取り入れている点。4.3.1と4.3.2では、液体を特殊な支持体に滴下し、その広がりや混ざりを体験者にリアルタイムで鑑賞させる点が本研究の提案手法に一部関連を持つ。しかし、本システムでは、デジタル画像を題材とし、基画像から抽出した色情報による調色、作り出した色と座標データを用いた描画、滴下された色水の支持体上におけるはね・広がり、混ざりを含めた、調色と描画の過程をプロセスアートとして表現する。この表現は、上記の4作品と一部関連をもつが、これらとは異なる表現であり、関連作品・研究と本研究の差異にあたると思われる。またこの表現により、描画物と基画像の間に関連性を感じさせることが可能となり、調色フローと描画フローによるプロセスアートとしての鑑賞体験価値と合わせ、新たな価値をデジタル画像に与えることが本研究の目的の1つであり、表現手法としての独自性を有する。

5. 作品「Mixing Dropper」について

5.1 システム全体

図5.1に本システムのシステム構成図を、図5.2にシステムの全体像を示す。

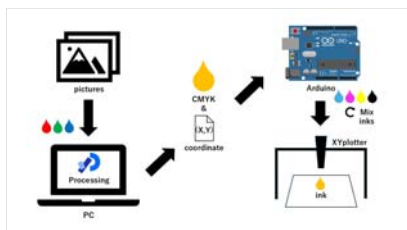


図5.1 システム構成図

まず、本システムに使用するデジタル画像に対し、Processingによって画像サイズが800×600ピクセルになるようにダウンサンプリング処理を行う。更に、ピクセル総数が64ピクセルになるようにダウンサンプリング処理を行い、モザイク画を作成する。モザイク画における各ピクセルのRGB値をCMYK値に再計算し、各ピクセルのCMYK値データと座標データをシリアル通信によってArduinoに送る。予め用意したCMYKの水彩絵の具を溶かした色水を入れた4つの色水タンクにポンプを1機ずつ繋ぎ、4機のポンプをArduinoで制御し、4色の色水で調色を行う。その際、4色の配合比率計算には上記のCMYK値データを用い、調色には3Dプリンタで作成したオリジナルの受けパーツ（図5.3）を用いた。色水はポンプによってチューブ内に運ばれ、プロッタの先端からそれぞれ滴下される。滴下された色水は一度、チューブ先端の先に取り付けられた受けパーツに受け止められ、パーツ上を滑り落ち、パーツ先端から支持体に自然落下で滴下される。このパーツは逆三角形に設計されており、重力によりパーツの先端に向かって色水が流れるため、先端で色水が集合し、混ざり合った状態で滴下される。このように調色された色水は、支持体となる半紙の紙面上に滴下される。この手順を繰り返すことで、紙面上に表示させるデジタル画像に基づくペインティングが表示される。

返すことで、紙面上に表示させるデジタル画像に基づくペインティングが表示される。

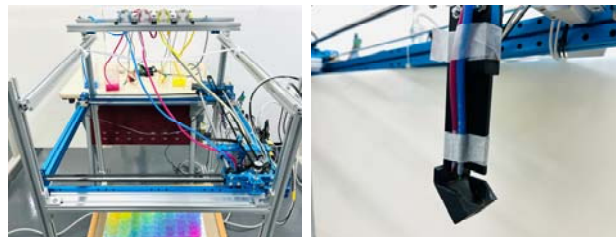


図5.2 システム全体像

図5.3 受けパーツ

5.2 開発環境 / 使用機材

本システムでは以下の開発環境と機材を使用している。

- 開発環境
 - Processing
 - Arduino IDE
- 使用機材
 - Adafruit Motor Shield V2 for Arduino
 - Makeblock XYプロッターロボットキット v2.0
 - Me-Baseboard
XYプロッタをArduinoで制御する際に使用する
 - DCモーター蠕動ポンプ

5.3 描画手法

本手法での滴下後の様子を図5.4に示す。本手法では、ダウンサンプリング処理されたデジタル画像に対して1ピクセルずつ色を抽出し調色する。色水は支持体に対して15cm直上から滴下され、支持体の表面で弾け、広範囲に滲み広がる。15cmとは、支持体上を大きく逸脱する水しぶきを抑え、十分なはねと広がりを得られる高さとして設定した。プロッタから支持体に色水を滴下する際は、基画像と支持体の拡大縮小比率を計算し、紙面上の基画像と同じ位置に色水を滴下する。これらを繰り返すことで1枚の支持体に描画していく。この手法では、デジタル画像のピクセルデータに基づく色水の滴下によって生じるはね・広がり・混ざりを活かし、ピクセルの整列では表現されることのない無作為性を描くことを目的とする。



図5.4 滴下後の様子

5.4 プロセスアートとしての表現と体験時間

本作品では大きく分類して

- 調色フロー：3原色と黒の4色の色水による完全自動調色
- 描画フロー：液体の特性、支持体である半紙の特性を利用した描画

以上の2点をプロセスアートとして表現している。

近年におけるデジタル画像の物質としての保管方法はプリントが主流であり、これはプリンタによって行われる。しかし、プリンタはそのブラックボックス性ゆえに調色の過程や描画の過程をユーザーに明示していない。本システムではcyan, magenta, yellow, blackという4色の色水タンクから、チューブを流れる様子、滴下時の水滴1粒まで全てを明示している。わずかに4色の色水によってさまざまな色が調色・再現されるさまを、プロセスアートとして鑑賞できる。描画フローでは、単に基画像を再現するのではなく、素材として用いられる色水、支持体である半紙の特性を利用し、はね・広がり・混ざりという自然現象的表現を取り入れている。

また、調色と描画の両過程がプロセスアートとして鑑賞・体験されるため、その鑑賞・体験時間の長さは、本システムのプロセスアートにおいて重要な要素であると考えられる。4.1.1において調色時にモーターは1機ずつ順番に動作しているのに対し、本システムでは4機のモーターが同時に動作するように設計している。Processingからシリアル通信によって送られてきたCMYK値データを、受信された直後に配列に格納、各モーターと結び付け、動作の長い順に並び替え、動作時間の差分を遅延をかけることで4機全てが同時に動作する。これにより、XYプロッタが1座標に留まる時間の短縮が可能となり、1度の滴下にかかる時間はプロトタイプに比べ約1/3に短縮され、実際の体験時間は1/2ほどの約5分になった。また、5.1にあるように、体験者から提供された画像に2度のダウンサンプリング処理を施し、モザイク画とすることで、滴下そのものの回数を抑えている。1度目のダウンサンプリング処理で画像サイズを800×600ピクセルに設定したのは、XYプロッタの可動域を十分に使用するためである。本システムの描画では、予めこちらで用意したデジタル画像だけでなく、体験者が提供するデジタル画像を使用する場合も想定される。このとき、全てのデジタル画像について、ピクセル数と縦横比が一定であるとは限らない。そのため、XYプロッタの可動域から、基画像の縦横比を全て4:3に、ピクセル数を800×600に変更することとした。また、2度目のダウンサンプリング処理でモザイク化する際のピクセル総数64ピクセルという大きさは、本システムにおける滴下の回数に一致するため、本システムの滴下時における液量の最低値から設定されている。滴下の回数と液量は、書道用半紙という定められた支持体の大きさを考慮し、設定することが重要である。滴下の回数が多いほど繊細な描画が可能になる一方で、調節できる液量には下限が存在し、回数を過度に増やすことは、半紙の吸水許容量を超えることに繋がり、体験にかかる時間もまた過度に増加する。そこで本システムでは、1回の滴下にかかる液量と全体の体験時間、半紙における描画の範囲と繊細さから、ダウンサンプリング処理の大きさを横1/100、縦1/75とし、総滴下数を64回とした。

5.5 RGB 表色系から CMYK 表色系への変換

情報技術において RGB は光の三原色として広く用いられ、ディスプレイなどの発光デバイスにおける色表現の基礎となっている。一方、絵の具や印刷、プリントにおける色の三原色は CMY であり、これらは反射光による色再現に基づいている。RGB は加法混色であり、すべての色を等量に混合すると白色光が生成されるが、CMY

は減法混色のため黒に近い色が生成される。しかし、CMY のみでは完全な黒色の再現が難しいため、印刷やプリントにおいては黒 (Key plate, K) を加えた CMYK が一般的に使用されている。本研究では、RGB 表色系から CMYK 表色系への変換式として以下の式 5.1 を使用する。

$$\begin{aligned} K &= \min(1 - R, 1 - G, 1 - B) \\ C &= \frac{(1 - R - K)}{(1 - K)} \\ Y &= \frac{(1 - G - K)}{(1 - K)} \\ M &= \frac{(1 - B - K)}{(1 - K)} \end{aligned} \quad (5.1)$$

本システムでは、式 5.1 で算出された CMYK の数値を基に調色を行う。RGB 値を Processing から Arduino にシリアル通信で転送する。4つの色水それぞれの液量を、配合比率と同じ比率に合わせるために、モーターの回転時間を調整し、調色を行う。この時、モーターの回転速度をモーターが回転する最低の速さに設定し、その回転時間を、1 マイクロ秒を基準として、配合比率と同じ比率に設定した。調色時の様子を図 5.6 に示す。



図 5.6 調色実験時の様子

5.6 支持体の選定

本システムでは、前述したとおり、プロセスアートとして表現された調色と描画の過程、完成した描画物の 2 点によってデジタル画像に新たな価値を付与するため、支持体の選定が重要となる。そこで本研究では、以下の 4 つから支持体を選定した。

- ・ コピー用紙
- ・ 水彩画用紙
- ・ イラストレーションボード
- ・ 書道用半紙

紙は水分を吸収するとその繊維が伸び、紙の種類によっては強く波打ってしまう物がある。本システムは多量の色水を用いた描画を行うため、支持体には適度な吸水性と浸透性が必要である。

まず、最も身近な紙として検討したのがコピー用紙であった。しかし、コピー用紙はその表面のテクスチャによって全く水分を吸収せず、色水の浸透と乾燥に非常に時間を要したため、不適とした。

次に水彩画用紙の検討を行った。これは、本システムに用いている色水は、各色の水彩絵の具を 2% の濃度で水に溶かして作られているためである。そこで、水彩画用紙に対して施されることの多い「水張り」から着想を得た処理を施すこととした。水張りは、水を十分に吸収して伸びきった水彩画用紙を、伸びきった状態で固定し

て乾燥させ、描画を行うという処理である。今回は、水分を予め含ませておくことで湾曲を防ぎ、紙面上での色水の広がり・混ざりを誘発させるために、十分に水分を含ませた水彩画用紙を、乾燥させず、表面に水分が残っている状態のまま描画するという処理を施した。図 5.7 は上記の処理を施した水彩画用紙の様子である。予想どおり、色水は紙面上において十分な広がり・混ざりを見せた。しかし図からもわかるとおり、水分量が水彩画用紙の許容量を超えてしまい、水彩画用紙は大きく湾曲し、色水が広範囲に水たまりの様に広がり、色水は必要以上に混ざり合ってしまったため、これも不適とした。

次に、水彩画用紙のイラストレーションボードを検討した。イラストレーションボードとは、水彩画用紙やケント紙などの画用紙に対して、厚紙を貼り付ける、画用紙を重ねて圧着するなどして、通常の画用紙に比べて厚さを大きく増した、厚い板状の画用紙である。水彩画用紙のイラストレーションボードを支持体として用いることで、支持体が湾曲することを防ぎ、少量の水分を表面に含ませる処理が可能になると考えた。図 5.8 は表面に少量の水分を含ませ、乾く前に描画を行ったイラストレーションボードの様子である。通常の水彩画用紙に比べて小さいが、湾曲してしまったことがわかる。また、通常の水彩画用紙は乾燥するにつれて湾曲が納まったが、ボードでは湾曲は治らなかった。色水は大きく広がり、湾曲によって水たまりが発生してしまったため、これも不適とした。



図 5.7 水彩画用紙の実験結果 1 図 5.8 水彩画用紙の実験結果 2

最後に検討したのは、書道用半紙である。半紙は非常に高い吸水性と耐水性を有しており、その薄さに反し、1 枚でも本システムの描画による水分量に耐え、破けることはなかった。しかし、水分量の多さから裏に色水が抜けてしまい、支持体用の台座を汚してしまった。そこで、半紙を 3 枚重ねにし、1 枚目に色素を濃く定着させるために、下の半紙に余分な水分を吸収させて色水の抜けを防いだ。以下の、図 5.9 を題材とし、ダウンサンプリング処理を施した状態が図 5.10 であり、半紙に対して描画した絵画が図 5.11 である。結果として、描画物には色水の十分な広がり・混ざりが確認でき、風景画を基画像とした描画である(a)においては、基画像の要素を感じられる描画に仕上がっていると感じられた。以上から本システムには支持体として、書道用半紙を用いることとした。

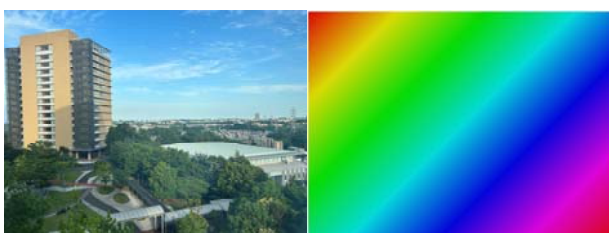


図 5.9 基画像(a)

(b)

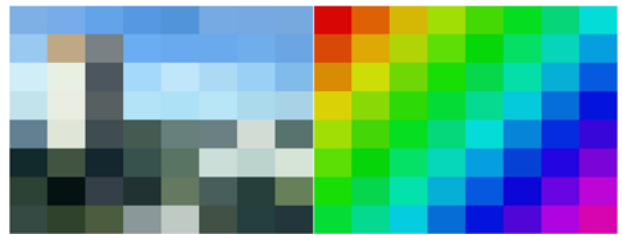


図 5.10 処理後(a)

(b)



図 5.11 半紙の実験結果(a)

(b)

6. 評価実験

6.1 評価方法

2025年1月7日と8日に、明星大学MEISEI HUBにて評価実験を行い、評価対象者は34名であった。評価項目は、学部などの所属、年代、性別を調査し、画像は絵画に生まれ変わったのか、システムへの興味、システムによって鑑賞・体験価値は付与できたのか、プロセスアートとしての描画は生きていたのかの4点である。これらについて主にリッカート尺度を用いたアンケートを行った。これによって、本研究で制作したシステムである「Mixing Dropper」の有用性を評価した。

6.2 評価実験

まず、被験者に本研究の背景と目的、システムの概要について説明し、予めこちらで用意した5つの見本画像、もしくは被験者がスマートフォンなどに所有する画像から任意の画像を1枚選んでもらった。選ばれた画像を基画像として描画を開始し、鑑賞してもらい、終了した後、用意したアンケートに回答してもらった。

6.3 評価項目

以下に設定した評価項目を示し、図 6.1～6.8 にその回答を示す。図 6.2, 4, 5, 6, 8 は全て、リッカート尺度での設問であるため、最もネガティブな回答を 1、どちらでもないニュートラルを 3、最もポジティブな回答を 5 とし、帯グラフにまとめた。また、図 6.1, 6.3, 6.7 には、リッカート尺度ではない選択式の質問について、回答を円グラフにまとめた。自由記述式の質問に関しては、回答数が少なかったものの、記述があったものに関しては、リッカーと尺度の結果をより詳細に考察するために用いる。

● 画像は絵画に生まれ変わったのか

Q1 見本からどの画像を選びましたか。

- Q2 描画全体を通しての調色の精度は良かったですか。
 Q3 描画物の、基画像に対しての再現性は高かったですか。
 Q4 描画物に対して、基画像との関係性（基画像を生まれ変わらせた）を感じましたか。
 Q5 Q4 で関係性を「強く感じた」または「感じた」と回答した方に質問です。どのような点に、関係性を感じましたか。（自由記述）：回答 23 件

● システムへの興味

- Q6 体験時間は丁度良かったですか。
 Q7 体験開始時、システムへの興味は感じていましたか。
 Q8 体験終了時、システムへの興味は感じていましたか。
 Q9 Q8 で「感じていなかった」または「まったく感じていなかった」と回答した方に質問です。体験全体を通して、どのあたりでシステムへの興味を失いましたか。（自由記述）：回答 0 件

● 鑑賞・体験価値は付与できたのか

- Q10 システム全体を通して、鑑賞・体験価値を感じましたか。
 Q11 Q10 で「強く感じた」または「感じた」と回答した方に質問です。本体験のどのような点に、どのような価値を感じましたか。（自由記述）：回答 23 件
 Q12 本体験を通して、画像に新たな鑑賞・体験価値が付与されたと感じましたか。
 Q13 体験者のシステムへの干渉（コントローラなどで滴下位置を自由に移動できるなど）は欲しいと感じましたか。
 Q25 自身のスマートフォンなどに保存されている写真を、基画像として本システムによって描画してみたいと感じましたか。
 Q26 Q25 で「とても感じた」または「感じた」と回答した方に質問です。本体験のどのような点から、そう感じましたか。（自由記述）：回答 19 件

● プロセスアートとしての描画は生きていたのか

- Q14 普段、芸術作品を鑑賞しますか？
 Q15 芸術作品を鑑賞することは好きですか。
 Q16 鑑賞・体験型のアート（パフォーマンスや時間経過による変化を楽しむアート）を鑑賞したことがありますか。
 Q17 色水の「はね」は、描画に生きていましたか。
 Q18 Q17 で「とても生きていた」または「生きていた」と回答した方に質問です。どのような点に対して、生きていたと感じましたか。（自由記述）：回答 14 件
 Q19 色水の「広がり（にじみ）」は、描画に生きていましたか。
 Q20 Q19 で「とても生きていた」または「生きていた」と回答した方に質問です。どのような点に対して、生きていたと感じましたか。（自由記述）：回答 21 件
 Q21 色水の「混ざり」は、描画に生きていましたか。
 Q22 Q21 で「とても生きていた」または「生きていた」と回答した方に質問です。どのような点に対して、生きていたと感じましたか。（自由記述）：回答 19 件
 Q23 描画プロセス全体を鑑賞・体験型のアートであると感じましたか。
 Q24 完成した描画物を見て、絵として綺麗であると感じましたか。

か。

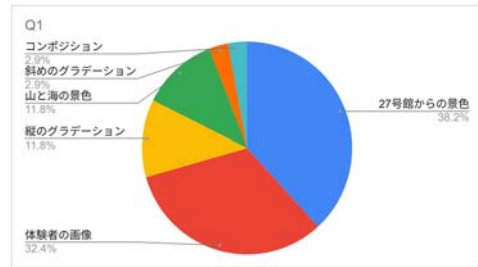


図 6.1 Q1 の回答結果



図 6.2 Q2,3,4 の回答結果

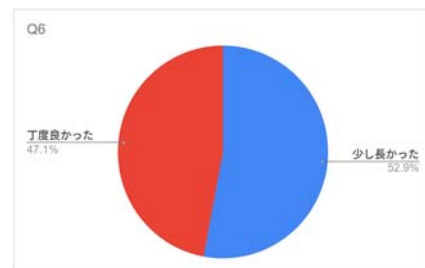


図 6.3 Q6 の回答結果



図 6.4 Q7,8 の回答結果



図 6.5 Q10,12,13,25 の回答結果



図 6.6 Q11,15,17 の回答結果

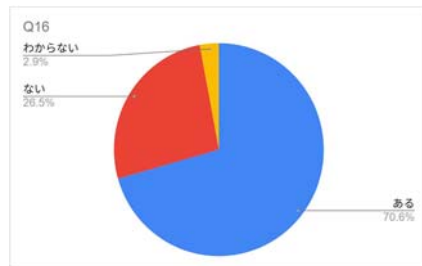


図 6.7 Q16 の回答結果



図 6.8 Q19,21,23,25 の回答結果

6.4 考察

6.4.1 画像は絵画に生まれ変わったのか

「画像は絵画に生まれ変わったのか」に関する質問は Q1 から Q5 である。図 6.2 から、描画中の調色の精度は良いと、82%の被験者が判断したことがわかった。また、Q3 では Q2 に比べて、ポジティブな回答が 23 ポイント減少した結果であったが、数値としては 50%を上回っていた。本システムでの描画が、基画像を忠実に再現した絵画の描画ではなく、基画像の色に関する要素を基として生まれ変わった絵画を描画するものであることから、Q3 のこの結果は十分であると考えられる。更に Q4 では、完成した描画物に対して、88%の被験者が基画像との関係性を感じたことがわかった。これは、Q5 の結果から、完成した描画物は水彩画の抽象画に感じられ、色の位置や再現性から、基画像の雰囲気を感じることができたためと考えられる。また、Q5 の自由記述には、「色合いを残しつつも再現性が低かったために生まれ変わったように感じた」といった回答もあった。これは、Q4 における基画像と描画物の関係性とは、本システムにおける描画物は、基画像が絵画に生まれ変わったものであるという基画像と描画物の関係性を、体験者が感じられた、伝わったことを示していると考えられる。

以上から、本システムの描画によって、基画像は絵画として生まれ変わることが可能であるといえる。

6.4.2 システムへの興味

「システムへの興味」に関する質問は Q6 から Q9 である。図 6.4 から、体験開始時には全ての体験者が、体験終了時には 97%の体験者が、システムへの興味を「感じていた」または「すごく感じていた」と回答していたことがわかる。したがって、図 6.3 と図 6.4 から、体験時間は少し長かったものの、システムへの興味は体験開始時から終了時まで継続していたことがわかった。本システムでは 5.4 で述べたとおり、調色の際に 4 機のモーターがそれぞれの稼働時間で同時に稼働するように設計しており、1 回の滴下にかかる時間が短縮されている。これによって体験時間が過度に長くなることを防ぎ、体験終了までシステムへの興味を保つことが出来たと考えられ、上記の結果からも、システムは体験中に被験者から十分な興味を引いていたといえる。

6.4.3 鑑賞・体験価値は付与できたのか

「鑑賞・体験価値は付与できたのか」に関する質問は Q10 から Q13 と Q25、Q26 である。図 6.5 から、91%の被験者が鑑賞・体験価値を感じ、97%の被験者が、その価値がデジタル画像に付与されたと判断し、88%の被験者が自身の保有するデジタル画像を用いて描画したいと回答した。これは、描画の過程を楽しめる点や、完成した描画物に芸術表現としての魅力を感じた被験者が多かったからであると考えられる。一方で Q13 の質問に対する回答が割れる結果となった。また Q26 の回答には、自身の保有するデジタル画像がどのように生まれ変わるのか気になるといった回答がみられ、本システムの描画における、自然現象を活かした描画による偶発性が、描画物に予測不可能性を付与しているためではないかと考えた。

以上から、本システムによって、デジタル画像に対して鑑賞・体験価値が付与できたといえる。

6.4.4 プロセスアートとしての描画は生きていたのか

「プロセスアートとしての描画は生きていたのか」に関する質問は Q14 から Q24 である。図 6.6 と図 6.8 から、色水のはね・広がり・混ざりに関して、それぞれ 65%、91%、85%の被験者が描画に生きていたと回答し、はねは他の 2 点に比べポジティブな回答が 20 ポイントほど低い結果であることがわかった。これは、はねによって生じた飛沫のペインティングは、他の滴下によって塗り潰されてしまい、視認性が悪く、一見して支持体上の色がない部分以外には、飛沫のペインティングが視認出来ないためではないかと考えられる。しかし、Q23 の回答からわかるように、94%の被験者が本システムの描画プロセス全体はプロセスアートであると感じており、Q24 の回答から完成した描画物は絵として綺麗であったと考えられる。また、これらの結果から、4.4 にて関連研究との差異として前述した、液体特性による表現技法は、本システムにおいて十分に活かされていたと評価できる。

以上より、本システムの描画フローにおいて、プロセスアートとしての描画は生きていたといえる。

7. 今後の展望

7.1 調色精度について

本研究では、第2の目的にもあるとおり、プロセスアートとしての描画によって、デジタル画像に対して新たな鑑賞・体験価値を付与する手法を提案している。このとき、色水の調色精度は最も重要な要素の一つである。本システムでは、4色の配合比率を計算して調色しているため、液量が多ければ多いほど調色の精度は上がり、少量であればあるほど精度は下がる。現状では、滴下時の色水の量は制御可能な範囲で最小になっている。それに伴い、より高精度な調色を行うには、現状以上に色水の使用量を減少させる必要がある。現在1つの改善案として、チューブを更に細いチューブに変え、蠕動ポンプ以外での流水制御を模索することを考えている。また、これによって調色精度の向上だけでなく、液量の減少による解像度の向上が可能になる。解像度の向上は、描画物の基画像に対する再現度の向上を可能にする。評価実験Q3の結果から、現状のシステムの、基画像に対する再現度は高いと言えないため、解像度と再現度が向上した場合、描画物の完成度や魅力、鑑賞・体験価値への影響を評価する必要が発生すると考える。

7.2 新たな調色フローの考案

本作品では調色と描画の過程をプロセスアートとして表現している。よって、本作品で導入している調色フローだけでなく、さまざまな調色フローを導入し、評価し、比較することでより体験価値の高い作品に昇華させることが可能であると考える。

今後の発展として、支持体の全体に対し1色ずつ滴下し、4色目に黒を滴下することで初めて支持体上で調色がなされるという手法を考えている。これはプリンタの描画フローを参考にした案である。

7.3 新たな描画手法の考案

上記の調色フローと同様に、本作品で導入している描画手法の他に新しい描画手法を考案することは、プロセスアートとしての体験価値を上げる有効な手段であると考えられる。

現在1つの案として、「透過光手法」という案を考えている。これは、支持体を半紙ではなく、小さな受け皿の形状をした穴が整列した表面を持つ透明なプレートに支持体とし、その穴に対して色水を滴下し、上方から光源で照らすことで、プレートの下に色水の色だけを透過させる手法である。この手法で表現された透過光は、スタンドグラスのように、透過光の当たる面を色鮮やかに照らすのではないかと考えている。このとき支持体となるプレートは、シャーレに類似した物体を整列させて接合させる、またはアクリルプレートを加工するといった作成方法が考えられる。

8. おわりに

本研究では、デジタル画像を題材とし、調色および描画フローをプロセスアートとして表現するシステムである「Mixing Dropper」を提案し、実装を行った。調色および体験者に提示することで、これまでブラックボックス化されていたプロセスに対する理解を深めるとともに、その過程をプロセスアートとして表現し、完成した

描画物と合わせて、デジタル画像に新たな鑑賞・体験価値を付与することを目指した。評価実験の結果、本システムがデジタル画像に新たな鑑賞・体験価値を付与し得ることが示された一方で、描画物の再現度や調色精度の向上、新たな描画手法の更なる検討が今後の展望としてあげられた。今後は、さらなる改良を通じて、より多様な鑑賞者に対応可能なシステムを構築し、プロセスアートの新たな応用領域を開拓することを目指す。また、本研究が提案する手法が、芸術表現における新たな可能性を探る一助となることを期待する。

参考文献

- [1] 服部桂. 現代におけるアナログの本質. <https://ekrits.jp/2021/06/4629>, 2025.5.20 アクセス
- [2] ヴァルター・ベンヤミン. 複製技術時代の芸術. 晶文社, 1999. p13.
- [3] Rafael Lozano-Hemmer. Pulse room. https://www.lozano-hemmer.com/pulse_room.php, 2024.10.10 アクセス.
- [4] grouse324. 身の周りのものの色を自動で再現する装置を作ってみた. <https://qiita.com/grouse324/items/7b44aa416243a2200f95>, 2024.9.4 アクセス.
- [5] 圓山風夏. Sonorous canvas 音形に基づく視覚的芸術表現手法の提案と視聴覚的鑑賞方法の検討. <https://www.is.meisei-u.ac.jp/thesis/project/737>, 2024.10.9 アクセス.
- [6] nor. dyebirth observation. https://nor.tokyo/dyebirth_observation, 2024.8.16 アクセス.
- [7] 算泰明. Fluidic painting. <https://xlab.iii.u-tokyo.ac.jp/projects/fluidicpainting/>, 2024.10.1 アクセス.

内堀 元聡



2025 年明星大学情報学部情報学科卒業。現在、同大学大学院情報学研究科情報学専攻博士前期課程在学。芸術科学会学生会員。ヒューマンコンピュータインタラクションの研究に従事。

尼岡 利崇



1992 年北海道大学大学院地球環境科学研究科修士課程修了。2003 年ニューヨーク大学 Tisch School of the Arts, Interactive Telecommunication Program 修士課程修了。2011 年東京工業大学博士(学術)を取得。2003 年別府大学専任講師, 2005 年より明星大学情報学部情報科学科専任講師。2017 年より同大学教授となり、現在に至る。