

2013年度 卒業論文

マンガ制作における黒髪のツヤの  
簡易的な生成支援に関する研究

指導教員：渡辺 大地 講師

メディア学部 ゲームサイエンス ゲームイノベーション プロジェクト

学籍番号 M0110124

加藤 雄輝

2013年度 卒業論文概要

論文題目

マンガ制作における黒髪のツヤの  
簡易的な生成支援に関する研究

メディア学部

学籍番号：M0110124

氏名

加藤 雄輝

指導  
教員

渡辺 大地 講師

キーワード

髪、ツヤ、漫画、  
筆圧、ペンタブレット

近年、マンガ制作の現場においてパソコンとペンタブレットを利用してマンガ原稿を制作するデジタル化が進み、人物、背景の影や色などを表現するシールであるトーンを貼る作業、ベタという特定範囲を黒く塗りつぶす作業、場面や人物、物体のスピード感などを表す背景効果線、同じコマは複写せずにコピー＆ペーストで完了するなど多くの作業が効率化している。その様々な作業の中でも黒髪にツヤを描画する作業、ツヤベタというものがある。ツヤベタは黒髪のツヤの部分表現する漫画制作におけるテクニックであり、髪の束の流れ、まとまり広がりに合わせてハイライトを1本ずつ描画、または髪の黒い部分そのものを1本ずつ同様に描き、ハイライトの部分をも髪毛の質感を表現しつつ白く残すという手法が一般的である。基本的にはデジタル化し、パソコン上でペンタブレットを使用し行う作業においても同様に白でハイライトを一本ずつ描画する作業を用いる。また、1度に広範囲の髪のツヤを描画できるものとしてブラシツールがあるが、髪のまとまり、広がり合わせた描画ができないという問題を残している。これらの問題を踏まえ、本研究では、一定範囲の黒髪のツヤを一度に描画でき、尚且つツヤを髪のまとまり、広がり合わせた変形させるツールを開発し、デジタル漫画制作における黒髪のツヤの制作時間の短縮に成功した。提案手法ではペンタブレットを使用し、描画中のポインターの位置から取得した情報に基づいて連続した円を生成し、髪のツヤの線を表現した。また、ペンタブレットから得られる筆圧の情報から、髪のツヤの線の太さの強弱を決定し、ポインターの位置から取得した情報を利用して、複数の髪のツヤの線の描画を行い、一度のストロークで一定範囲の髪のツヤを表現した。

# 目次

第1章	はじめに	1
1.1	研究背景	1
1.2	論文構成	6
第2章	提案手法	7
2.1	表現手法	7
2.2	ユーザの操作手順	7
2.3	生成のアルゴリズム	9
2.4	生成画像の出力	10
第3章	実装と評価	11
3.1	検証実験	11
3.2	制作作品	11
3.3	実験環境	12
3.4	実験方法	12
3.5	制作時間	13
3.6	完成度	16
3.7	考察	16
第4章	まとめ	18
	謝辞	19
	参考文献	20

# 目 次

1.1	デジタル環境でトーンを貼る作業	2
1.2	ComicStudio[16] で制作した漫画で利用される効果線	3
1.3	デジタル環境での髪ツヤベタ	4
1.4	パターンブラシが適応し辛い例	5
1.5	提案手法を用いたツールで制作した作品	6
2.1	本ツールで使用したメイン画像	8
2.2	筆圧を反映した箇所による線の太さと広がり狭まりの違い	10
2.3	合成結果	10
3.1	被験者に見本として見せた画像	12
3.2	A グループ一人目	13
3.3	A グループ二人目	13
3.4	A グループ三人目	14
3.5	B グループ一人目	14
3.6	B グループ二人目	15
3.7	B グループ三人目	15

# 表 目 次

3.1 描画時間 (分:秒) .....	16
----------------------	----

# 第 1 章

## はじめに

### 1.1 研究背景

近年、イラスト、漫画、あるいはアニメ制作の現場において、プロ・アマチュアを問わず多くの人が紙とインクペンを使うアナログ作業から、パソコンを利用したデジタル作業に移行している。また、制作技法のみならず制作過程におけるキャラやストーリー、ネームというストーリーの草案を絵で描いたものまでデジタル環境で管理する傾向が三原ら [1] の研究、小林ら [2] の研究などから見られる。「漫画の描き方 - 初心者講座」[3] や「漫画の描き方/上達の仕方」[4] などの漫画の描き方、講座の普及によって、多くの人が漫画制作を行えるようになった。イラスト・漫画制作ソフト、ペンタブレットを用いたデジタル作業に移行していることは、プロの現場、またはプロを育成する現場でデジタル環境が使用されている [5][6]。

デジタル環境の重要性もプロの現場から認知されている [7][8]。現在は高性能なフリー（無料）ソフト、安価なソフトもあり、アマチュア作家でもデジタル作業に移行している人が多いことは様々なイラスト・漫画投稿サイト [9][10][11] で確認できる。また、アマチュア作家自体の多さも里見ら [12] の研究に記載されているコミックマーケットの参加サークル数から推察できる。この漫画制作作業のデジタル化には大きなメリットがあり、かつてアナログ作業で行っていた作業のうち多くの作業が単純化されている。

スクリーントーンは、漫画を中心にイラストなどの作成にも用いられる特殊なシール状の画材であり、主に白と黒の中間色や、複雑な模様や背景、背景効果表現する作業に用いられる。このスクリーントーンはトーンと略すことが多く、漫画・画材・デザインに関わる人々の間ではごく一般的な名称として使われている。図 1.1 はデジタル化した漫画作業でのトーン貼りの工程を示したものである。

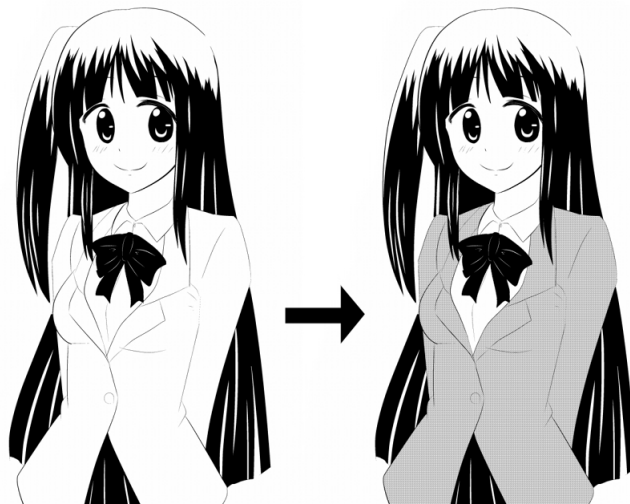


図 1.1: デジタル環境でトーンを貼る作業

左側の線画から閉じられた領域を漫画制作ソフト側が判別し、ユーザが選択したトーンをマウスクリックで選択した領域に貼り付けることができる。従来のシールを切って貼る作業から、マウスで数回クリックするだけの作業に簡略化している。

この他にも高槻 [13] の研究や高林 [14] の研究で触れられている効果線があるが、従来は「新コミまんが家養成講座」[15] で見られるような定規で線を引く作業だった。しかし、デジタル環境では流線、集中線などの効果線を マウス数クリックで描画できるなど効率化されている。図 1.2 は漫画で利用される効果線を示したものである。

漫画の制作過程にツヤベタという方法があるが、これは黒髪にツヤを入れる作業のことを指す。このツヤベタの方法は髪光学特性からも妥当なものだと考えられる。佐藤 [17] の研究によると、髪光学特性として黒髪の場合ツヤはほとん

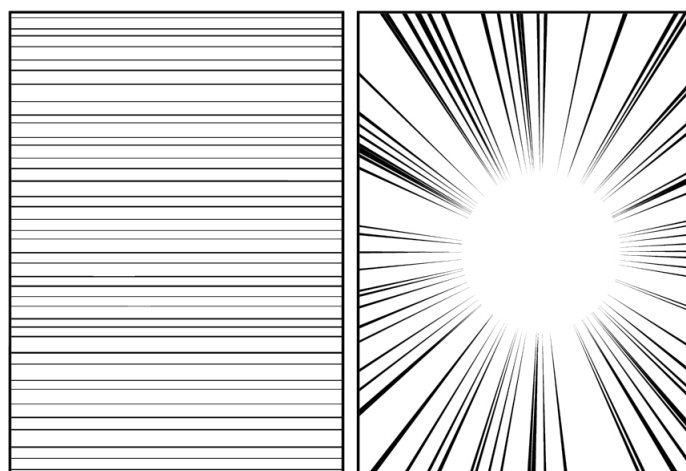


図 1.2: ComicStudio[16] で制作した漫画で利用される効果線

ど髪表面部の照り返しにより観測されるものであり、表面形状を強く反映して光は反射する。一方、明るい髪色の場合髪表面の反射光の他に、髪の繊維に取り込んだ光も反射するので、黒髪に比べると奥行きを感じるようになる。つまり黒髪の光り方はハイライトの反射とそれ以外の黒い部分から成り立っている。よって、この黒髪の特徴は髪の質感を意識して黒いインクと紙の白い部分、または白いインクで髪のツヤを描くツヤベタで表現するのに適している。

ところが、このツヤベタはデジタル環境に移行してもアナログ作業と比べてあまり作業手順に変化が見られない。図 1.3 はデジタル環境での髪のツヤベタである。一般的にツヤベタは従来のアナログ作業では髪の質感を意識して紙の白い部分を残し表現するか、白インクで直接髪の流れに沿ったツヤを 1 本ずつ描き入れるかの作業である。しかしながら、前述の様々な作業が簡略、効率化されているにも関わらず、デジタル環境に移行しても髪のツヤベタはペンタブレットを利用してツヤを 1 本ずつ描き入れ表現する場合はほとんどで、アナログ時代から変化してきている傾向は見られない。これ以降この髪の質感を意識して線を 1 本ずつ描画するツヤベタの手法を一般的手法と呼称する。また、デジタル環境においては



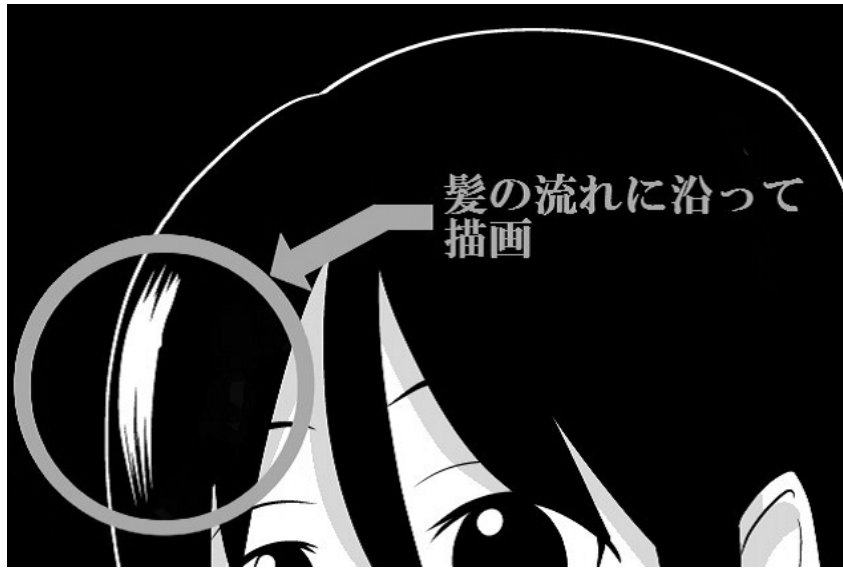


図 1.3: デジタル環境での髪ツヤベタ

パターンブラシを用いて髪の描写を簡易的に行う例もある。パターンブラシとは、あらかじめ登録した画像を帯状に続けて形状を描画していく機能である。パターンブラシで描画できるものはリボン、花など多岐にわたるが、髪に対応したものは自作することもできるし配布、販売されているものもある。この手法によって髪のツヤを1本ずつではなく一度のストロークで広範囲のツヤを描画することができる。しかし、この手法による問題点は、髪の広がり狭まりを考慮した描画が困難である点である。図 1.4 はパターンブラシが適応し辛い例である。適用するには、ユーザが部分ごとに手動で変形して貼り付ける必要がある。

以上のことから髪の流れ、広がり狭まりに対応しながら広範囲の髪のツヤを一度に描画するのは困難である。この問題点を解決するために、髪の流れ、広がり狭まりに対応したツヤの描画、一度に広範囲の髪のツヤの描画、制作時間の短縮をするツールを提案する。そして、短時間で一般的手法と同等の作品を制作することを目的とする。

イラスト調に髪を表現する研究として、近藤ら [18] の研究などがある。近藤らは 3D モデルで散髪とヘアメイクの操作を行い、そのモデルをイラスト調の画像に生成する手法を提案した。一度に広範囲の線ストロークを描画する手法としては、



図 1.4: パターンブラシが適応し辛い例

植木ら [19] の研究などがある。植木らは既存の漫画制作ソフトの効果線が数値入力によって生成されることに着目し、ペン型の入力機器を利用し効果線を一度に動的に生成するツールを開発した。しかし、近藤らの研究で生成するイラストは 3D モデルを元にした線画調のものであり、髪の毛のツヤまでイラスト調に再現できるものではなかった。また、植木らの研究は一度に複数の線を描画し、簡易に効果線を得ることができるが、生成できる線は全て直線であり、髪の毛の広がり狭まりに対応した線を描画は困難である。

本手法では二次元平面上に円を連続で形成することで線を表現し、ペンタブレットから得た筆圧の情報に対応して広がり狭まりに対応した髪の毛のツヤをユーザが選択した本数描画している。検証の結果一般的手法と比べ時間の短縮が見られ、普段あまり絵を描かない初心者にはより有効であった。図 1.5 は、提案手法を用いたツールを使用して、髪の毛にツヤを描画した作品である。

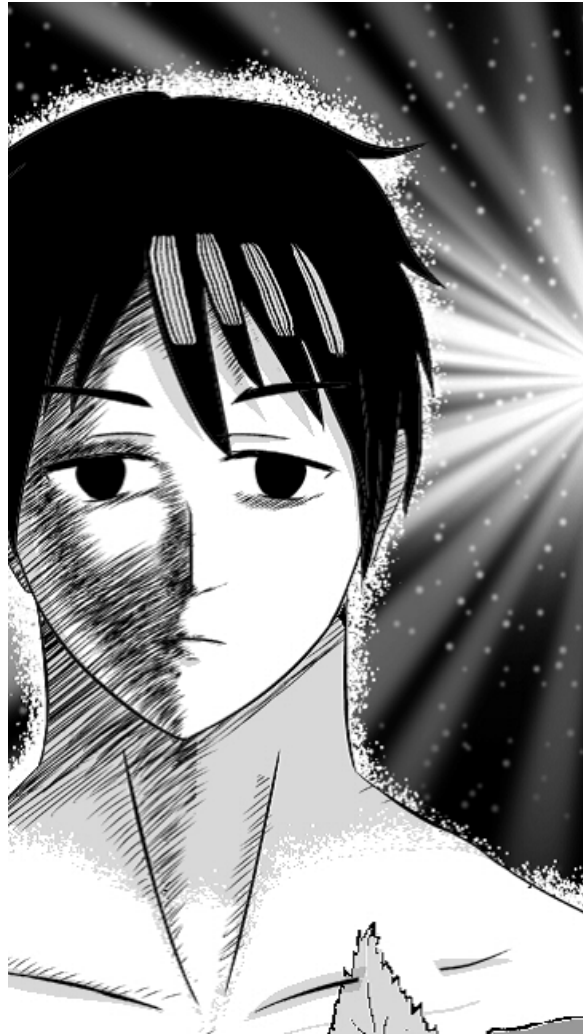


図 1.5: 提案手法を用いたツールで制作した作品

## 1.2 論文構成

本論文は、本章を含め全4章からなる。第2章では、本章で挙げた問題点を改善する提案手法について述べる。第3章では、実際に被験者に一般的手法と提案手法を用いて、それぞれで同じ作品を制作する実験を行い、その結果について考察する。第4章では、本研究を通じた研究の成果をまとめる。

# 第 2 章

## 提案手法

### 2.1 表現手法

本手法では髪の流れ、広がり狭まりに対応し、一度に広範囲の髪のツヤの描画を行うため、ペンタブレットの筆圧機能を利用した。漫画制作における髪のツヤは、単純な線を多重に重ね質感を表現する手法であるので、本ツールではペンタブレットでの入力で連続した円の生成を行い、ツヤの線を描画した。描画したツヤの線ストロークを左右にユーザーの指定した数だけ複製することによって広範囲の髪のツヤの描画を行う。ペンタブレットからの筆圧の数値を反映することによって全ストロークの太さ、複製したストロークの円の位置を調整することによって髪の広がり狭まりに対応する。よって、ペンに力を入れるほど太く、ストロークの中で力を入れた箇所は太くなり、円の位置を調整しその部分は広がる。

### 2.2 ユーザの操作手順

あらかじめ他のペイントソフトで髪のツヤを適用する画像を制作しておく。髪の中は別レイヤーで黒く塗っておく。これを以降「メイン画像」と呼称する。図 2.1 は本ツールで使用したメイン画像である。



図 2.1: 本ツールで使用したメイン画像

ユーザは以下の手順で本手法を利用したツールを操作する。

1. メイン画像を既存のペイントツールで読み込む。
2. 本ツールを起動し、既存のペイントツールの描画領域と本ツールの描画領域の位置合わせを行う。
3. 既存のペイントツールの描画領域が見えるように本ツールの描画領域の透明度を下げる。
4. 本ツールを利用し、ツヤを描き入れたい部分に、髪の広がり狭まりを意識して描画する。
5. 生成した髪のツヤのみの画像を出力する。

本ツールの使用後は、生成した画像を既存のペイントソフトで読み込み、メイン画像のレイヤに重ね、次の編集段階に移る。

## 2.3 生成のアルゴリズム

本研究では、二次元平面上に連続して円を生成することによって髪の毛のツヤの線を表現する。基準となる線の情報をペンタブレットでストロークすることによって得て、その情報から複製線を生成することで複数の髪の毛のツヤを表現する。本研究では、複製する髪の毛のツヤの本数はユーザが1本、3本、5本の中から選択するものとした。基準線を構成する各円は、ペンタブレットでドロ잉した線上に配置する。また、各円の位置における筆圧を記録しておく。基準線を構成する  $i$  番目の円の位置における筆圧を  $p_i$ 、髪の毛のツヤの基準となる大きさを  $s$  としたとき、 $i$  番目の円の半径  $r_i$  を式 (2.1) に示す。

$$r_i = sp_i^2 \quad (2.1)$$

基準線を構成する  $i$  番目の円の位置を  $(x_i, y_i)$ 、髪の毛のツヤの距離間隔を  $a$ 、髪の毛の本数を  $N$  としたとき、 $j$  番目の線を構成する  $i$  番目の円の位置  $P_{i,j}$  を式 (2.2) に示す。

$$P_{i,j} = (x_i + ab_j p_i, y_i) \quad (2.2)$$

ここで、 $b_j$  は  $j - \frac{N-1}{2}$  とする。

図 2.2 は、生成した髪ツヤにおいて筆圧がどこに反映したかを表した図である。

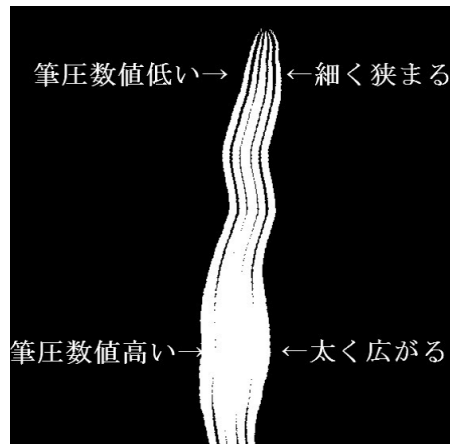


図 2.2: 筆圧を反映した箇所による線の太さと広がり狭まりの違い

## 2.4 生成画像の出力

描画が完了したらウィンドウ内画面を画像データとして出力する。これをペイントツールで読み込み、あらかじめ塗っておいた髪のレイヤーの選択領域に重ねることで黒の部分が透明化する。図 2.3 は実際に黒の部分が透明化した例である。

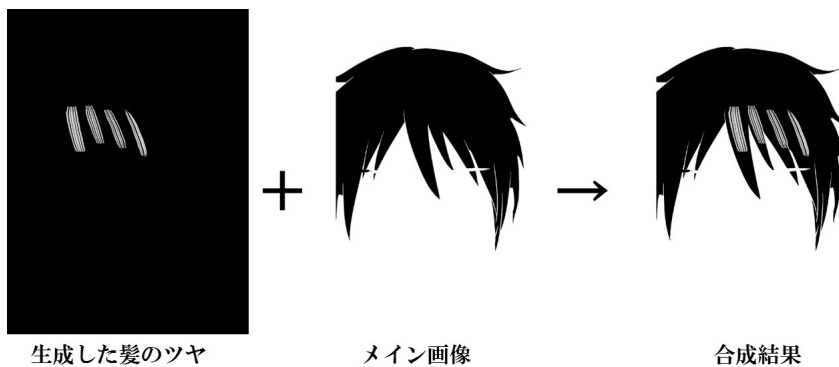


図 2.3: 合成結果

# 第 3 章

## 実装と評価

本章では、1章で述べた一般的手法と、2章で述べた提案手法を比較し、検証する。提案手法を用いた黒髪のツヤ生成支援ツールは、グラフィック API 社の OpenGL[20] をベースとした 3D グラフィックツールキットである Fine Kernel Tool Kit System[21] を使用し制作した。

### 3.1 検証実験

被験者は一般的手法と提案手法を利用し、それぞれ作品を制作した。被験者が描き慣れている度合いによる時間の偏りを防ぐため、A グループ、B グループの 2 つに分けた。A グループは普段から漫画を描き慣れている人たち、B グループは漫画を描かない人たち合わせて 6 名の被験者が 3 名ずつに分かれて両手法で検証した。

### 3.2 制作作品

メイン画像の頭髪部分に輪状になるようにツヤを描く作品を制作する。図 3.1 は、実験の際に被験者に見せた見本画像である。キャラクタ本体の上に黒髪のレイヤがあり、最終的にそのレイヤの領域を利用して髪のツヤ画像を配置する。被験者は、見本画像を例に、広がり狭まりに注意し、髪の流れに添うようにツヤを入れ、作品を制作した。





図 3.1: 被験者に見本として見せた画像

### 3.3 実験環境

全ての被験者は、こちら側で指定したパソコン、マウス、タブレットを使用し、提案手法での画像合成には、ペイントツールSAI[22]を使用するものとした。一般的手法では漫画制作ツール ComicStudio を使用するものとした。両手法ともにペンタブレット、マウスは被験者が使いやすい設定にし、下絵となるメイン画像はこちら側で用意した。

### 3.4 実験方法

一般的手法では、ComicStudio のみで作業が完結する。下絵のメイン画像が新規レイヤとして取り込み済みの状態から実験を始める。髪の毛のツヤのレイヤを作成し、1本ずつ髪の毛のツヤを描画してもらう。以降はこの工程を繰り返し、最後に制作したレイヤを全てメイン画像レイヤの上に移動し、位置や角度、大きさを整えて

完成である。

提案手法では、ツールを使用し、2章で説明した手順で髪ツヤ画像を制作し、出力する。出力画像をSAIで読み込み、編集ファイルに貼り付ける。以降は従来手法と同様の手順で仕上げる。

### 3.5 制作時間

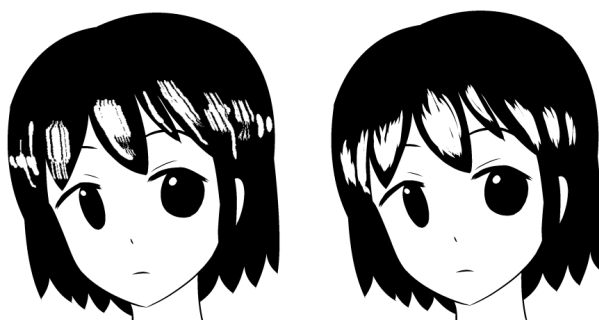


図 3.2: A グループ一人目

図 3.2 は A グループ一人目の被験者が描いた画像である。提案手法では描画に1分02秒かかり、一般的手法では1分31秒かかった。

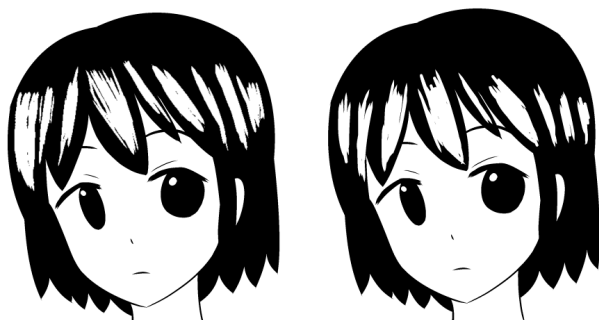


図 3.3: A グループ二人目

図 3.3 は A グループ二人目の被験者が描いた画像である。提案手法では描画に1分14秒かかり、一般的手法では1分40秒かかった。

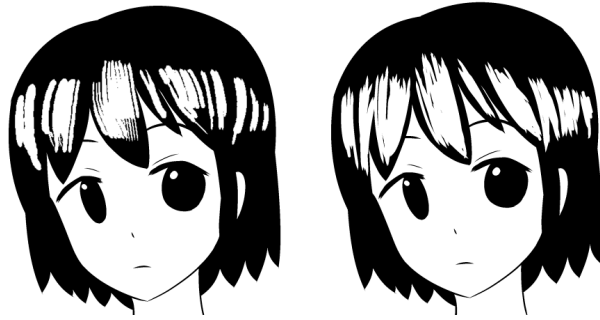


図 3.4: A グループ三人目

図 3.4 は A グループ三人目の被験者が描いた画像である。提案手法では描画に 1 分 09 秒かかり、一般的手法では 1 分 07 秒かかった。

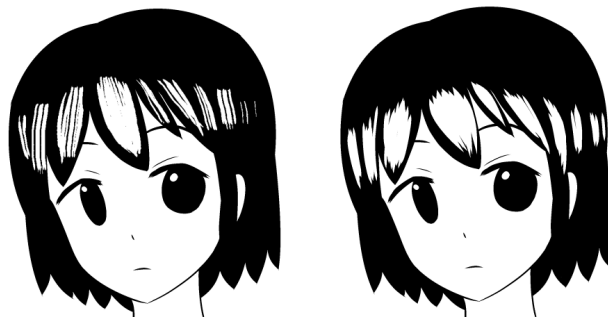


図 3.5: B グループ一人目

図 3.5 は B グループ一人目の被験者が描いた画像である。提案手法では描画に 1 分 30 秒かかり、一般的手法では 2 分 32 秒かかった。

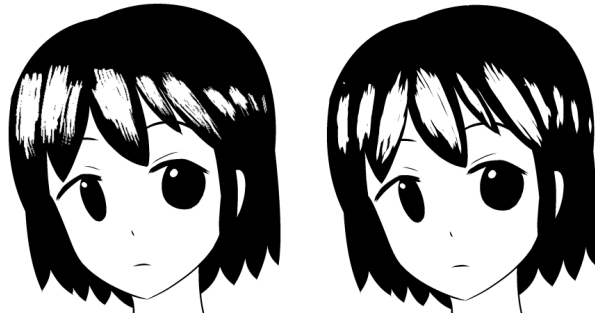


図 3.6: B グループ二人目

図 3.6 は B グループ二人目の被験者が描いた画像である。提案手法では描画に 1 分 48 秒かかり、一般的手法では 2 分 45 秒かかった。

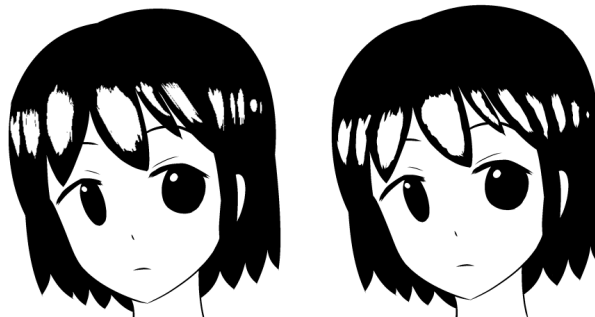


図 3.7: B グループ三人目

図 3.7 は B グループ三人目の被験者が描いた画像である。提案手法では描画に 3 分 21 秒かかり、一般的手法では 4 分 40 秒かかった。

## 3.6 完成度

表 3.1: 描画時間 (分:秒)

被験者	提案手法	一般的手法
A1	1:02	1:31
A2	1:14	1:40
A3	1:09	1:07
B1	1:30	2:32
B2	1:48	2:45
B3	3:21	4:40

検証の結果、全6名の内5名で描画時間の短縮が見られた。特に、Bグループの漫画を描かない人たちの提案手法での作品は、一般的手法を用いた作品に比べ1分ほどの時間短縮が見られた。また、提案手法を用いた作品は、一般的手法で描いた作品と比べて、同等の完成度を持つケースが半数であった。しかし、いくつかの作品において線としてディテール部分が乱れ、全体の形状を損なう現象も見られた。Aグループの普段描き慣れている人たちの時間の差異は書き慣れていない人達に比べ短い、もしくは一般的ツールの方がわずかながら早い傾向にあった。

## 3.7 考察

提案手法を用いた作品は、一般的手法を用いて制作した作品と比べて遜色無い完成度ででき上がったものもあったが、ツールの使用にある程度の慣れが必要であった。一般的手法では、髪の毛のツヤを1本1本髪の毛の流れと広がり狭まりに気を使いながら描くので、制作に時間がかかる傾向が特に普段漫画やイラストを描かないBグループにおいて強かった。しかし、個別に納得がいくまで形状を整えることができる自由度においては一般的手法は優れていると言える。提案手法では、黒髪の毛のツヤの制作時間を大きく短縮した。筆圧を反映させ、髪の毛の広がり狭まりに合わせて広範囲の髪の毛のツヤを入れることが可能になることによって、今までは描画に多大な手間がかかっていた調整を、一度に広範囲で動的に確認しながらできる

ようになった点は、制作の効率化に繋がった。イラストの制作経験に乏しい場合でも簡単に揃ったツヤを描けることから、初心者には有益である。経験者であっても、制作を急ぐときや、下描きやイメージ画像として使用し、雰囲気を確認するといった使用用途が想定できる。

## 第 4 章

### まとめ

本研究では、提案手法を用いたツールを使用することで、描画に時間がかかる黒髪のツヤを髪の流れ、広がり狭まりに合わせて描きたいときに、一般的手法よりも早く制作することができた。したがって、本研究の目的である、デジタル漫画制作における黒髪のツヤの生成支援を達成した。しかし、普段からイラスト、漫画を描かない被験者に比べて普段からイラスト、漫画を描いている被験者への描画時間を短縮する効果は薄かった。線の配置後の調整はできず、局所的な調整ができないので、配置した円を後から移動でき、かつ全体の形状を損なわない機能があれば、より実用性が増すと考える。今後、本研究の結果を利用することで、イラストレータや漫画家、アマチュア作家がより短時間で作品を仕上げることや、時間がかかり過ぎていた髪のツヤを大量に用いた新しい表現が期待できる。

# 謝辞

本論文制作に当たり、終始丁寧にご指導下さった渡辺先生をはじめとする指導教員の方々、様々な助言を下された大学院生の方々全てに感謝の意を表します。本当にありがとうございました。



## 参考文献

- [1] 三原 鉄也 , 杉本 重雄, デジタル環境を指向したマンガの制作プロセスのモデル化とそれに基づく制作支援, デジタル図書館 37, pp.32-39, 2009.
- [2] 小林 由佳 , 石若 裕子, 漫画設計支援システム POM ソフトウェア紹介, 特集 最新コンパイラ技術と COINS による実践, 研究報告グラフィクスと CAD (CG) , pp.147-152, 2009.
- [3] yukasumu, 漫画の描き方 - 初心者講座, <http://mac.rash.jp/manga/>.
- [4] Hikaru Nagareboshi, 漫画の描き方/上達の仕方, <http://members.jcom.home.ne.jp/hikaru-n/kakikata/index.html>
- [5] 横井由美子, コンピュータグラフィックス イラストレーション教育 - 宇都宮メディア・アート専門学校での取り組みを中心とした報告 -, 研究報告グラフィクスと CAD (CG) , pp.147-152, 2009.
- [6] 大橋雅央, 日本のアニメーション制作現場の実情と課題—下請け制作現場の調査から—, 同志社大学大学院総合政策科学研究科, 2007.
- [7] 佐野昌己, アニメ制作者育成における 3DCG の重要性及び習得意欲に影響する要因 日本における個人 CG 制作者の成立からの考察 , メディアと文化, pp.41-55, 2007.

- [8] 渡辺 英雄, 日本の商業アニメーション制作に於けるデジタル化に関する研究, 湘南工科大学紀要 47 ( 1 ) , pp. 91-104, 2013.
- [9] ピクシブ株式会社, pixiv, <http://www.pixiv.net/>.
- [10] TINAMI 株式会社, TINAMI, <http://www.tinami.com/>.
- [11] 株式会社ドワンゴ, ニコニコ静画, <http://seiga.nicovideo.jp/>.
- [12] 里見直紀, 安田かほる, 筆谷芳行, 市川孝一, マンガ同人誌の保存と利活用に向けて - コミックマーケットの事例から -, カレントアウェアネス No.297, CA1672, 2008.
- [13] 高月 義照, マンガにおける表現技法の進化 -何がマンガを文芸に成長させたのか -, 東海大学紀要. 開発工学部 20, pp. 53-75, 2011.
- [14] 高林 未央, 漫画の技法「背景」を用いた制作と鑑賞の授業に関する研究, 美術教育学 : 美術科教育学会誌 30, pp. 217-228, 2009.
- [15] 小学館, 新コミ まんが家養成講座, <http://shincomi.webshogakukan.com/school/>.
- [16] 株式会社セルシス, ComicStudio, <http://www.comicstudio.net/>.
- [17] 佐藤 直紀, 美しい髪のパターンと毛髪のパターン, 表面科学 Vol. 27 No. 8, pp. 121-123, 2011.
- [18] 近藤 基樹, 三谷 純, 福井 幸男, 金森 由博, 物理シミュレーションを組み込んだイラスト調のヘアカット教習用画像生成手法, 第 73 回全国大会講演論文集 , pp. 480-484, 2011.
- [19] 植木 良, REN X , , ペン入力による漫画作成システムの開発, 高知工科大学学資論文 , 2003.

[20] OpenGL.org, "OpenGL.", <http://www.opengl.org/>.

[21] Fine Kernel Project, FK Tool Kit System, <http://www.media.teu.ac.jp/~earth/FK/>.

[22] 株式会社 SYSTEMAX, ペイントツール SAI, <http://www.systemax.jp/ja/>.