

ゼミ名： 澤見ゼミ

NO. : 1

発表者：I13I051 鈴田 陽平, I13I058 田平 剛士, I13I082 真木 流芳

テーマ：印刷物による印刷機の評価

NO. : 2

発表者：I12I030 神崎 陽太郎, I13I014 大霜 有哉, I13I043 坂本 真之助

テーマ：補間法による拡大画像の比較

# 印刷物による印刷機の評価

澤見研究室

I13I051 鈴田 陽平 I13I058 田平 剛士 I13I082 真木 流芳

## 1. はじめに

ディスプレイで画質の確認をしてから画像の印刷をするとき、使用するプリンタにより印刷物がディスプレイに表示し確認した原画像とは異なって見えることがある。

本研究では、印刷をする際にプリンタが色の区別、色の再現ができているのか、また、印刷方式、用紙の変更によってどのような違いが生じるのかを、主としてヒストグラムを用いて比較検証する。

比較用原画像にはプログラムで作成した RGB それぞれ 2 色～128 色からなる色帯を用いるが、ここでは主に青 8 色の色帯画像を使用する(図 1)。

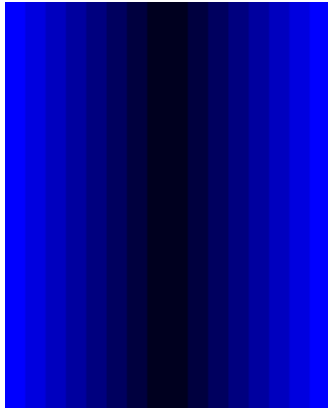


図 1 青 8 色原画像

## 2. 検証手順

原画像を 4 色インクと、6 色インクのインクジェットプリンタ、4 色トナーのレーザープリンタそれぞれにより印刷をする。

この印刷物をスキャナで取り込み、この取り込み画像に関するヒストグラム、エントロピを調べる。

普通紙による印刷物に関し、印刷方式、インク

の数による違いの比較をする。さらに、インクジェットプリンタでは用紙を変更し、用紙によりどのような違いが出るかの比較をする。

顕微鏡により拡大をして印刷物の表面の確認し印刷方式や用紙によりどのような違いが出るかの比較をする。

## 3. 色空間

RGB 色空間は赤、緑、青の 3 色で表現される加法混色に基づいている。ディスプレイやデジタルカメラなどで使用される。

CMYK 色空間はシアン、マゼンタ、イエロー、キープレート(ブラック)で表現される減法混色の一種である。プリンタのインクなどがこれに相当する。

この色空間の違いにより RGB では表現できても CMYK では表現できない色が存在する。例えば、RGB での純粋な青は CMYK では表現できないので色域外となる[1]。

## 4. ヒストグラム

ヒストグラムとは画像全体で、同じ画素値を有する画素の数を求め、頻度分布としてグラフ化したものである。一般に、横軸は 0～255 の画素値になる。ここでは上から赤(R)、緑(G)、青(B)それぞれの値に関するものを示す。

青 8 色の色帯原画像では青に 8 個のピークを有するヒストグラムが得られる。原画像(図 1)では青に 8 本の鋭い山がある(図 2)[2]。

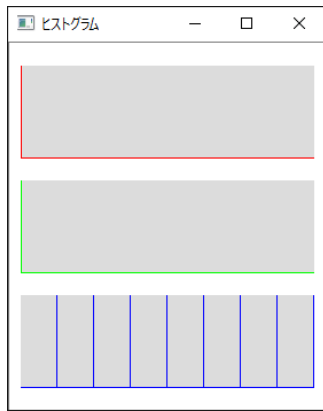


図 2 原画像ヒストグラム

## 5. プリンタ

### 5.1 インクジェットプリンタ

紙にインクを直接噴きつけて印刷を行う。インクに CMYK の 4 色を使用するプリンタで印刷したもの、CMYK に加え LM, LC の 2 色を加えた 6 色(CMYK+LCLM)を使用するプリンタで印刷した印刷画像について以下の結果が得られた(図 3, 4)。

ヒストグラムの青(B)の値に 4 色(CMYK)では六つの山が、6 色(CMYK+LCLM)では七つの山が現れていることが分かる。

拡大画像(図 5)から分かるように 4 色(CMYK)では色のにじみが少なく、インクの元の色を確認することができる。6 色の拡大画像(図 6)では色のにじみ元のインクの色は確認できず色が混ざり合ってしまった。また、どちらも色の境目を確認することがほとんどできない。

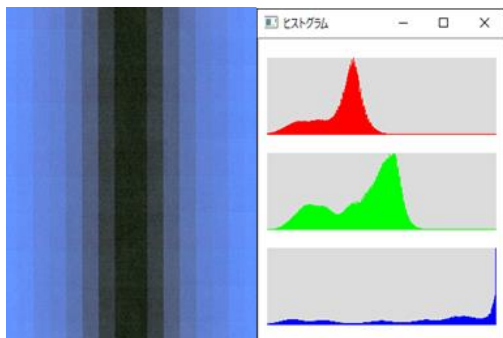


図 3 印刷画像(4色, 普通紙)

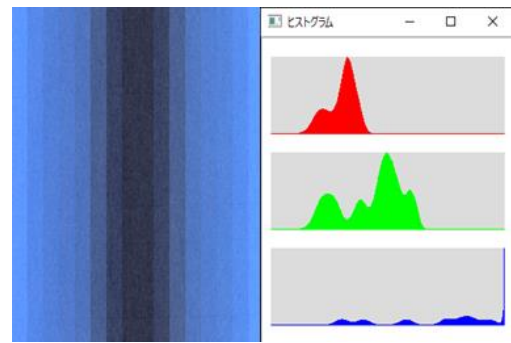


図 4 印刷画像(6色, 普通紙)

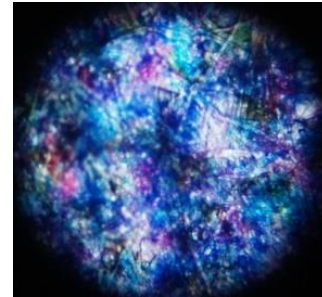


図 5 拡大画像(4色, 普通紙)

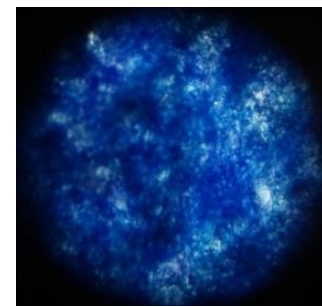


図 6 拡大画像(6色, 普通紙)

### 5.2 レーザープリンタ

感光体にレーザーを照射し照射していない箇所にトナーを静電気で付着させ用紙に転写させ熱と圧力によってトナーを定着させることによって印刷を行う。

レーザープリンタを使用し印刷した印刷画像について以下の結果が得られた(図 7)。ヒストグラムの青(B)の値に四つの山がある。

拡大画像(図 8)から分かるように色のにじみは少なくトナーの色が混ざり合ってきた色はほとんど見ることができない。しかし色の境目を確認することができない。

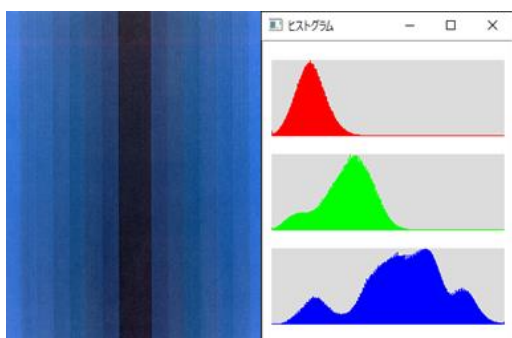


図 7 印刷画像(レーザープリンタ)

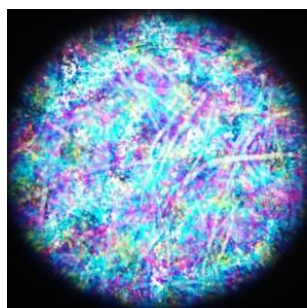


図 8 拡大画像(レーザープリンタ)

## 6. 用紙

### 6.1 普通紙

インクジェットプリンタやレーザープリンタなどに広く利用されている用紙である。使用した用紙は三菱 PPC 用紙である。

それぞれのプリンタでの印刷画像は章 5, 6 で得られた画像(図 3, 4, 7)である。

### 6.2 光沢紙

紙の表面に専用のコーティングを施した用紙で、インクジェットプリンタ専用のため、レーザープリンタでは使用することができない。使用した用紙はキヤノン写真用紙光沢スタンダードである。

4色(CMYK)、6色(CMYK+LCLM)それぞれのプリンタで光沢紙を使用し印刷した印刷画像について以下が得られた(図 9, 10)。

ヒストグラムの青(B)の値に 4色(CMYK)では六つの山が、6色(CMYK+LCLM)では七つの山がある。

4色(CMYK)の拡大画像(図 11)ではインクのにじみは少なく、色の境目も確認することができる。6色(CMYK+LCLM)の拡大画像(図 12)ではイン

クが少しにじんでいる。

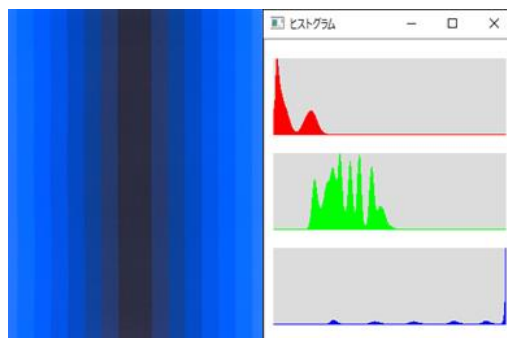


図 9 印刷画像(4色, 光沢紙)

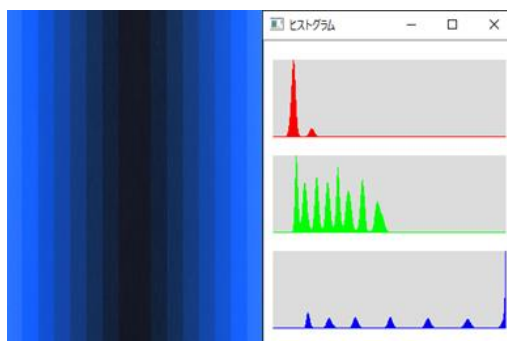


図 10 印刷画像(6色, 光沢紙)

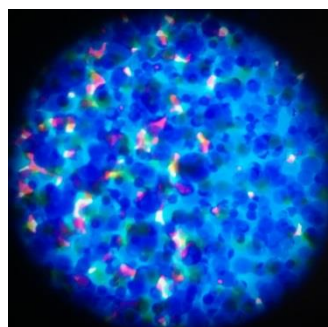


図 11 拡大画像(4色, 光沢紙)

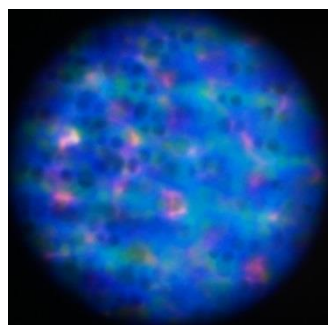


図 12 拡大画像(6色, 光沢紙)

## 7. 比較

インクジェットプリンタによる印刷画像(図 3, 4)は各ヒストグラムの値が原画像(図 1, 2)のように計 8 箇所まで山になっていることが分かる。また、

レーザープリンタによる印刷画像(図 7)ではインクジェットプリンタとは違い青色のヒストグラムの値が原画像のヒストグラム(図 2)とは大きく違っており山の数が五つしかないことが分かる。このことからインクジェットプリンタはレーザープリンタよりも色の再現ができていと言える。

普通紙に比べ光沢紙を使用した場合、色のにじみが抑えられ、ヒストグラム(図 9, 10)では、よりはっきりと青色の値に多くの山の部分が表れた。顕微鏡による拡大画像から分かるように光沢紙(図 11, 12)では CMYK インクのにじみが少なくインクの粒を確認できる。普通紙(図 5, 6)ではインクが滲んでしまいインクの粒を確認することはできない。

比較検証を行った結果を以下にまとめた(表 1)。それぞれの印刷画像でのにじみの程度、ヒストグラム中に確認できる山の形を○, △, ×で評価した。にじみに関しては、インクのにじみが少なければ○, 多ければ×とする。ヒストグラムに関しては、原画像のヒストグラム(図 2)に近ければ○, 異なっていれば×とする。

表 1 比較まとめ

	にじみ	ヒストグラム
4色普通紙	×	△
6色普通紙	×	△
レーザープリンタ	△	×
4色光沢紙	○	○
6色光沢紙	○	○

## 8. エッジ検出

デジタル画像の鋭敏な特徴を特定するアルゴリズムである。原画像と印刷した画像で検出できるエッジにどのような差があるのかを調べるために用いた[3][5]。

## 9. まとめ

ヒストグラムの山の数が原画像と異なる理由

として CMYK では純粋な青を作ることができないからであると考えられる。

プリンタによる印刷画像(図 3, 4, 7, 9, 10)では、色の識別はできているが印刷を行う際にインクの色表現が加法混合ではなく、減法混合になっているため画像データの色表現が RGB である画像を完全に再現はできないことがわかった。

顕微鏡により観察することで、印刷時に色の境界部分でインクが混ざり合い必要のない色ができてしまうことがわかった。

普通紙で印刷した場合にはインクのにじみによって色の再現度が下がるが、光沢紙を使用した場合普通紙よりも色の再現度が上がることがわかった。

用紙の変更によって色の再現度が上がるため、条件を揃えることによりプリンタによる色の区別はある程度できているといえる。

## 参考文献

- [1] CG-ARTS 協会；第二版 8 刷コンピュータグラフィックス，日興美術株式会社，2014 年
- [2] 石岡 里奈，大玉 優菜；画像ヒストグラムの平坦化について，澤見研究室，2016 年
- [3] Visual C++の勉強部屋；  
<http://ishidate.my.coocan.jp/vcpp.htm>
- [4] 初心者のためのプリント向上への素朴な質問集；  
[http://www.geocities.co.jp/SiliconValley/8717/FAQs/FAQ\\_index.html](http://www.geocities.co.jp/SiliconValley/8717/FAQs/FAQ_index.html)
- [5] エッジ検出 (Sobel, Laplacian, Canny);  
[http://opencv.jp/opencv2-x-samples/edge\\_detection](http://opencv.jp/opencv2-x-samples/edge_detection)

# 補間法による拡大画像の比較

澤見研究室

I12I030 神崎陽太郎 I13I014 大霜有哉 I13I043 坂本 真之助

## 1. はじめに

デジタル機器の普及により画像を加工することはとても身近になってきた。私たちが普段画像を加工する際、様々な方法を用いているが、それぞれの方法ごとに加工後の画質に違いが出てくる。私たちはこの加工方法の一つとして画像の拡大に着目し、拡大方法ごとに出力画像にはどのような違いが出るか、画素値を表す bit 数に違いがあれば出力された画像にはどのような差異が表れるのか比較実験を行い調べることにした。

## 2. ラスタ画像

画像を色のついた点（ドット）の 2 次元配列として表現したデータのことである。ある画面を構成する 1 点の最小の単位を画素（ピクセル）と呼ぶ。各画素には RGB（Red, Green, Blue）と呼ばれる光の 3 原色の輝度に相当する画素値が与えられている。比較実験では、私たちが撮影した校門前の画像(図 1, 赤枠の中で示した文字部分)を使用する。



図 1 原画像 校門前

## 3. 画像拡大に用いる補間法

画像補間法とは、画面の拡大、縮小などの操作を行うとき、中間の画素値を隣り合った元の画素から割り出し生成する際に行う補間計算に基づく方法である。この補間計算は縦および横方向の 1 次元の多項式による計算処理を 2 段階で行う。各段階で行う代表的な補間法として次の 4 通りの補間法を用いることにする。

### 3.1 ニアレストネイバー法

ニアレストネイバー法とは、0 次多項式を用いた補間法で、原画像の画素値をそのまま用いて拡大する方法である。しかし、変更のため、最も近い座標の画素値のみを用いるので精度が低い。



図 2 ニアレストネイバー法

### 3.2 バイリニア法

バイリニア法とは、1 次多項式を用いた補間法で、補完する画素のまわりの 4 点を用いて 1 次多項式により重み付き平均により画素値を決める方法である。





図 3 バイリニア法

### 3.3 バイキュービック法

バイキュービック法とは、3次多項式を用いた補間法で、補間する画素のまわり 16 点を用いて 3 次多項式により画素値を決める方法である。ニアレストネイバー法やバイリニア法よりも計算量が多く画像処理時の情報の損失が少なく、滑らかで自然な結果が得られる。



図 4 バイキュービック法

### 3.4 Lanczos (n) 法

Lanczos (n) 法とは、重み付けした sinc 関数を用いた補間法であり、他の 3 通りの補間法とは異なり、参照する画素の数を変えることができる。すなわち、式の n に任意の数を設定することで参照する画素の数 (1次元に関し  $2n+1$  個) を変えることができる。今回は  $n=3$ 、すなわち縦又は横方向それぞれに関し 7 点を用いる補間計算により拡大を行った。



図 5 Lanczos(3)法

## 4. ブロックとポイント間の補間

ブロック間ごとの補間は、ブロック単位でまとめて補間計算し画素値を求める。例えば 1 次多項式なら  $2 \times 2$  画素ブロックから 2 ピクセル単位、3 次多項式なら  $4 \times 4$  画素ブロックから 4 ピクセル単位、5 次多項式なら  $6 \times 6$  画素ブロックから 6 ピクセル単位で画素値を取り出し、必要な数の画素値をすべてのブロックごとに、補間してから次のブロックに移る方法である。3 次多項式でブロック補間をした場合の処理手順を以下に示す(図 6)。

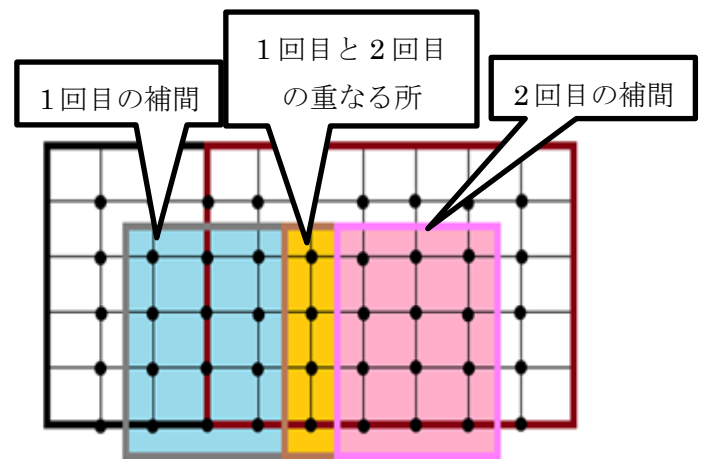


図 6 2回目のブロック補間

ポイント間ごとの補間では、ブロックごとにまとめて補間計算をするのではなく、ピクセルを 1 つずつずらしながら 1 ピクセル区間ごとに画素値を補間する方法である。ブロックの大きさは多項式の次数によって変化する。3 次多項式でポイント補間をした場合の手順を以下に示す(図 7)。

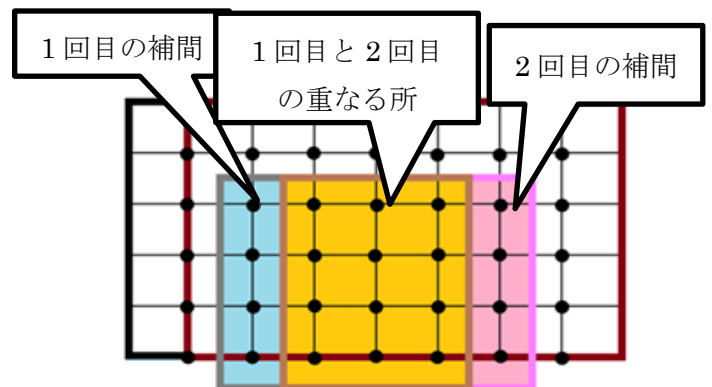


図 7 2回目のポイント補間

## 5. bitの違い

デジタル画像はbit数によって表現できる色の階調が変わる。画素はRGBそれぞれの画素値を有し、一般的には赤8bit、緑8bit、青8bitの合計24bitで表現される。8bitは256階調の区別ができるので24bitでは表現できる色が $256 \times 256 \times 256$ 色、48bitでは $65536 \times 65536 \times 65536$ 色というように違いがある。本研究ではグレースケール画像fish(図7)を8bitと16bitの2種類用意し、バイキュービック法とLanczos(3)法で拡大した画像(図12, 図13, 図14, 図15)を作成してbitの違いによりどのような差異が表れるか調べる。



図8 原画像 fish(グレースケール,赤枠で示した目の部分を使用)

## 6. 既存のソフト

作成したプログラムと一般的に使われている既存のソフトで出力された画像ではどのような違いがあるのか調べることにする。既存のソフトでそれぞれの補間法により拡大した画像とプログラムでそれぞれの補間法により拡大した画像の比較を行う。既存のソフトには、GIMPとImageJを使用する。

## 7. エッジ検出

画像の明度の不連続に変化している箇所を特定するアルゴリズムのことである。物の境界を明確にすることで、客観評価に利用することができ

る。拡大後の画像がどれくらい正確に出力されているか比較するためエッジ検出を用いる。校門前の画像(図1)の赤枠の部分に注目し、比較が容易になるようにこの切り取り後の画像(図14)の赤枠部分をさらに切り取り、エッジ検出をした際の差異の比較をする(図9)。



図9 切り取り後

## 8. 文字画像

一般の写真のような自然画像とは異なり、斜線、直線だけの線によって構成される画像を用い、画像補間法の差異を比較した。曲線および直線の原画像(図10)と斜線の原画像(図11)を用いて図中の赤枠で囲まれた部分を比較が容易となるよう拡大する。補間法を用いて拡大した際にエッジにどのような差異がみられるのかを調べる

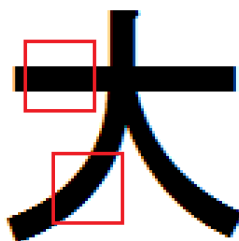


図10 曲線,斜線原画像

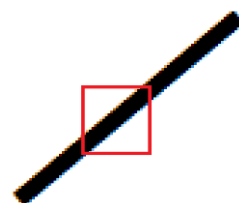


図11 斜線画像



図12 バイキュービック法(8bit)





図 13 Lanczos(3)法(8bit)



図 14 バイキュービック(16bit)



図 15 Lanczos(3)法(16bit)

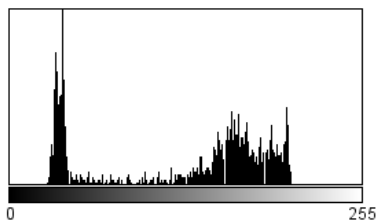


図 16 8bit グレースケール画像

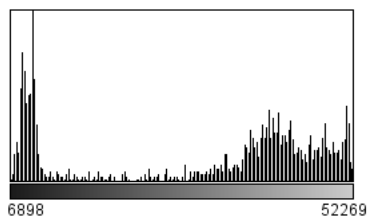


図 17 16bit グレースケール画像



図 18 プログラム Lanczos(3)法



図 19 GIMP Lanczos(3)法

表 1 原画像エントロピー(bit)

原画像
7.7962794

表 2 ニアレストネイバー法エントロピー(bit)

プログラム出力	GIMP 出力	ImageJ 出力
7.7962794	7.7962794	7.7962794

表 3 バイリニア法エントロピー(bit)

プログラム出力	GIMP 出力	ImageJ 出力
7.9139940	7.9152855	7.9217062

表 4 バイキュービック法エントロピー(bit)

プログラム出力	GIMP 出力	ImageJ 出力
7.9274874	7.913739	7.9273688

表 5 Lanczos(3)法エントロピー(bit)

プログラム出力	GIMP 出力
7.9394966	7.9426670

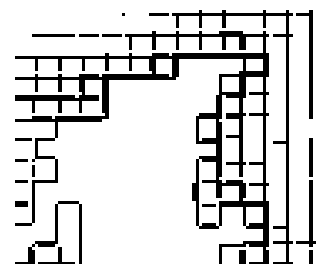


図 20 ニアレストネイバー法のエッジ検出

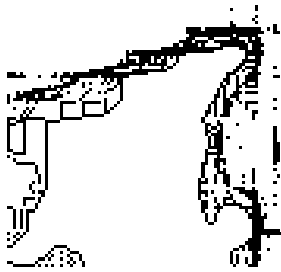


図 21 バイリニア法のエッジ検出

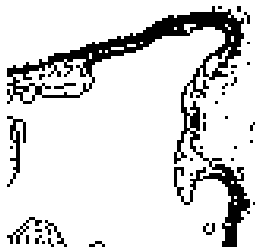


図 22 バイクュービック法のエッジ検出



図 23 Lanczos(3)法のエッジ検出

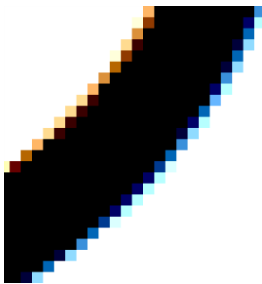


図 24 ニアレストネイバー  
曲線



図 25 バイクュービック  
曲線

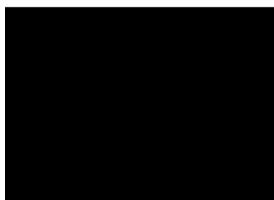


図 26 ニアレストネイバー  
直線



図 27 バイクュービック  
直線

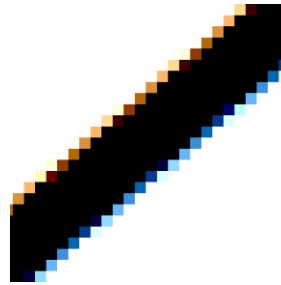


図 28 ニアレストネイバー  
斜線



図 29 バイクュービック  
斜線

## 9. 評価

画像の評価方法として、目視による主観評価と何らかの評価値を求めて行う客観評価がある。本研究では、補間法ごとの拡大画像(図 2, 3, 4, 5)と bit の差による出力画像(図 12, 13, 14, 15)の比較の評価方法として目視による主観評価のみで、エッジ検出はエントロピによって出された数値による客観評価を行い、既存のソフトとの比較は、主観評価と客観評価の両方で評価を行う。

## 10. 主観評価

ここでは原画像(図 1)から切り取った画像と魚の画像(図 8)の目玉を切り取った画像と、原画像から切り取った後の画像(図 9)をさらに切り取り、画像の拡大し、エッジ検出による比較を行った。バイクュービック法で拡大した画像(図 4)と Lanczos(3)法で拡大した画像(図 5)を比較する。その結果バイクュービック法より Lanczos(3)法で拡大した画像の方が、輪郭が鮮明に表現されていることがわかる。

8bit と 16bit の画像の比較では、16bit 画像があまり一般的には使われていない理由を確認することができた。すなわち、構成する bit 数が多い 16bit 画像の方がより細かい色階調の表現をしているのが読み取れる(図 16, 17)。しかし、目視での評価では、違いが分かる程の差がないことが確認できた(図 12, 13, 14, 15)。このことから一般的に 16bit による画素値の画像があまり使われていないのは目視では 8bit により画素値を表している画像との差が確認できないためであると考え

られる。

既存のソフトとの比較では、ニアレストネイバー法は、見た目、情報量(表 1, 2)ともに原画像と違いは見受けられなかった。バイリニア法、バイキュービック法での出力した画像は見た目に違いは見受けられなかったが、それぞれわずかに情報量に違いが見られた(表 3, 4)。Lanczos(3)法は GIMP で出力した画像(図 19)の方がプログラムで出力した画像(図 18)に比べてややぼやけて見ることが確認できる。GIMP で出力した画像の方が、プログラムで出力した画像よりも情報量が多いがわずかな違いである為、画像がぼやけていることに直接関係していないと考える(表 5)。GIMP がどのようなプログラムで動作しているのかわからないため詳しくはわからないが、補間を行っているプログラムの違いにより違いがでたと考えられる。

エッジ検出では、ニアレストネイバー法で出力した画像にエッジ検出を施した画像(図 20)はエッジが格子状に検出されたことから境界線が一直線であることが確認できた。バイリニア法で出力した画像にエッジ検出を施した画像(図 21)はエッジが散らばって検出されたことから画像がぼやけていることが確認できる。バイキュービック法と Lanczos(3)法で出力した画像にエッジ検出を施した画像(図 22, 23)は輪郭部分のエッジがシャープに検出され、Lanczos(3)法で出力された画像は細かな模様なども検出されたことから、Lanczos(3)法は他の補間法よりもエッジが鮮やかに検出できていることが確認できる。文字画像では、曲線および斜線の画像(図 24, 25, 28, 29)はジャギーとして黒色を構成している色が線の周りに出力されているのが観られ、そのジャギーも補間する画素数が多い補間法では減少して出力されていることが確認できた。直線の画像をニアレストネイバー法で処理すると、ジャギーが全く観られない画像(図 26)が確認できる。これは、元の画素から新たな画素を作るのに補間の計算を用いず近い画素をコピーしているためだと考え

られる。バイキュービック法では周りの画素を用いて補間しているので線の端に段のようなものが出力される画像(図 27)が確認できる。これらのエッジ検出により得られた結果から直線的な画像においてはニアレストネイバー法、風景や人物などの画像には Lanczos(3)法が適していることがわかる。

## 11. まとめ

今回、補間に用いたプログラムでは画像の端の部分の計算処理が正確に出来ておらず切り抜いて画像の比較を行っている。今後は、端の部分も正確に処理すること、また今回ブロック補間での Lanczos(n)法による補間ができていないため今後はこの方法を含めて比較していくこと、主観評価を数人の主観で判断しているのも更に精度を上げるためより多くの人から画像の主観評価を得ること、客観評価としてエントロピシカ用いられていないので他の評価方法を利用する事を課題とする。

## 参考文献

- [1] OpenCV で遊ぼう  
<https://reiji1020.gitbooks.io/play-opencv/content/index.htm>
- [2] OpenCV-CookBook  
[http://opencv.jp/cookbook/opencv\\_img.html](http://opencv.jp/cookbook/opencv_img.html)
- [3] 画像拡大法の改善 竹崎・山崎 岡山理科大学卒業論文 2013 年度
- [4] 画像補間法 田中・仲 岡山理科大学卒業論文 2015 年度

