

# 画像拡大法の改善

岡山理科大学

総合情報学科

I 1 0 I 0 3 9 竹崎 仁美

I 1 0 I 0 8 5 山崎 茜

## 目次

1	はじめに.....	1
2	ラスタ画像.....	1
3	拡大画像に用いる補間法.....	2
3.1	ニアレストネイバー法.....	2
3.2	バイリニア法.....	3
3.3	バイキュービック法.....	4
4	ラグランジュ補間と拡大画像の改善.....	5
4.1	ラグランジュ補間.....	5
4.1.1	ブロック単位による補間.....	5
4.1.2	ポイント単位の補間.....	6
4.2	拡大方法の改善.....	6
5	評価方法.....	6
5.1	主観評価.....	7
5.2	比較方法.....	8
5.3	比較に用いる原画像.....	8
6	実験結果.....	9
6.1	従来の補間法での拡大画像の比較.....	9
6.2	区分全区間双高次多項式補間と区分1区間双高次多項式補間の比較.....	10
6.2.1	画像Lenna(全区間と1区間).....	10
6.2.2	画像カタカナ(全区間と1区間).....	11
6.3	区分1区間双高次多項式での補間と区分3区間双高次多項式での補間の比較.....	12
6.3.1	画像Lenna(1区間と3区間).....	12
6.3.2	画像カタカナ(1区間と3区間).....	13
6.4	拡大後画像をさらにニアレストネイバー法で拡大した画像.....	14
6.4.1	画像Lenna(複数拡大).....	14
7	まとめ.....	14
	参考文献.....	15

## 1 はじめに

近年, デジタルカメラやカメラ付き携帯電話の普及により, デジタル画像が身近なものになってきた. しかし, これらを表示する機器の解像度は多種にわたっていることからパソコンでみている画像を携帯電話に送る場合や, 逆に携帯電話からパソコンに画像を送る場合の機器の解像度の違いを吸収するためには画像サイズを拡大, 縮小しても画質を劣化させないように表示する必要がある.

本研究では画像サイズの拡大に焦点をあて, 次数の変更が容易なラグランジュ多項式を用いた画像補間法に着目した. 多項式を用いた補間法には, 画像を構成する特定の画素の近傍を利用する方法として代表的なニアレストネイバー法, バイリニア法, バイキュービック法がある. これらの方法で拡大した画像を基準にして, より高次の多項式をラグランジュ補間法で用いることによりどの程度まで拡大画像の改善できるのかを試みる.

## 2 ラスタ画像

ラスタ画像とは, 一般的に使用されている画像のことであり, で色のついた点が集まってできた画像のことである. ラスタ画像は, ビットマップ画像と呼ばれることもある. 複雑な図形や色の組み合わせられたデータ, 例えば写真を扱うのにはこのラスタ画像が適している. ある画像を構成する点の最小の単位を画素(ピクセル)と呼ぶ. 例えば解像度  $256 \times 256$  画素の画像は, 横方向 256 個, 縦方向 256 個で合計 65536 個の画素で構成されているものをいう. カラー画像は多値画像とも呼ばれており, 各画素には RGB(Red, Green, Blue) すなわち光の 3 原色に対応する画素値が与えられている. 主な Web ブラウザが対応している画像形式はラスタ画像が採用されており, OS に付属するような簡易グラフィックス処理ソフトはラスタ画像のみ扱えるようになってきている. ラスタ画像の代表的な形式には, BMP, GIF, JPEG/JPEGXR, PNG, XPM, PICT などがある[1].



図 2 ラスタ画像(SIDBA 標準画像 Lenna)

### 3 拡大画像に用いる補間法

画像補間法とは、画面の拡大、縮小、回転、変形、解像度の変更などの操作を行うとき、元の画素値を用いて必要とされる新規の画素値を求めるために、隣り合う画素値を用いて補間計算する技術である。近傍を利用する代表的な補間法にはニアレストネイバー法、バイリニア法、バイキュービック法の3手法がある[2]、[3]。

#### 3.1 ニアレストネイバー法

ニアレストネイバー法は、0次多項式を用いる補間法である。あるピクセル値を単純に隣のピクセル値としてコピーし、使用方法である。すなわち、原画像をそのまま計算処理を介さずに拡大する方法である。また、先に挙げた3通りの補間法の中でもっとも処理速度の速い補間法である。しかし、この方法は画面が粗くなる傾向があり、ジャギーが目立ちやすく階調のある画像の拡大にはむいていない。ジャギーとは、文字や画像を縮小・拡大表示すると目立つギザギザのことである。特に画面上で目立つジャギーをエイリアシングと呼ぶこともある。

補間する際の求めたい座標 $(x,y)$ の画素値  $I$  として計算した場合の式は以下の通りである。また、座標 $P_x$ 、 $P_y$ の値は画素の位置を表しているため処理を進めていくにしたがって変化する(以下の2通りの補間法でも同じである)。

$$0 \leq P_x \leq 1, \quad 0 \leq P_y \leq 1$$
$$I(P_x, P_y) = f(x + P_x, y + P_y) \quad \dots \dots \dots (式1)$$

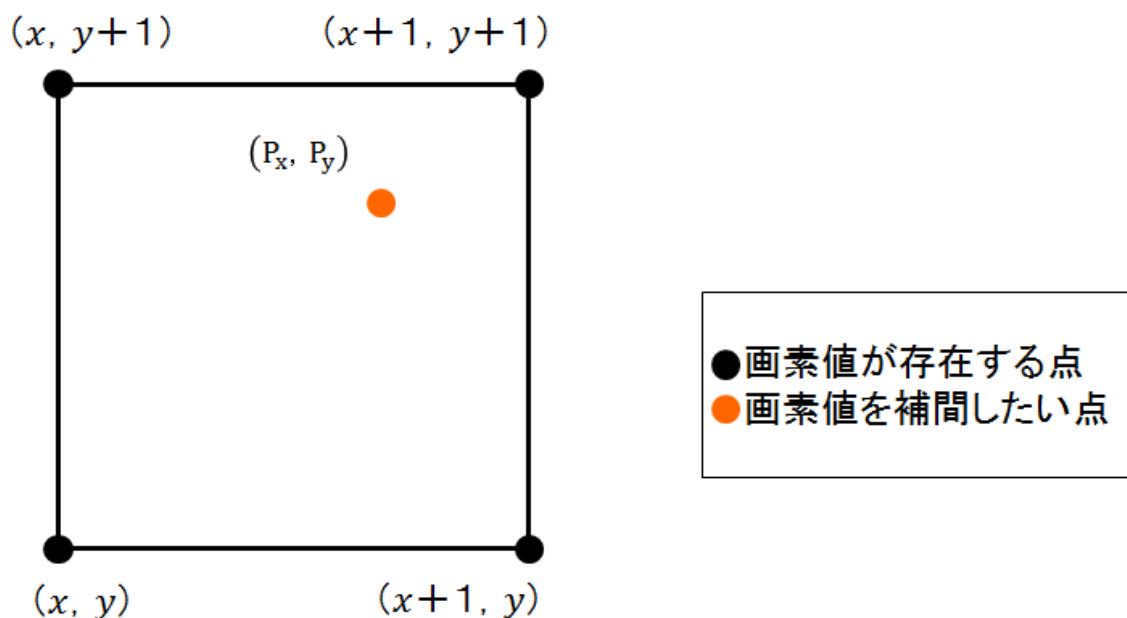


図3 ニアレストネイバー法

### 3.2 バイリニア法

バイリニア法は、1次多項式を用いる補間法である。これは2×2画素単位で画素値を補間する方法である。バイリニア法では補間される画素のまわりの隣接する4点から線形型計算により画素値を求めている。これもニアレストネイバー法と同様に計算処理の少ないことから、補間にかかる時間は短い。やはり画像の粗さが目につく。ニアレストネイバー法は画像にある色で補間するので、ジャギーが目立ち画像の粗がはっきり見える。それに比べてこのバイリニア法は中間の色を生成することでジャギーが目立たず、ニアレストネイバー法で補間した画像よりきれいに補間されているように見える。しかし、中間の色を生成することで、濃淡の激しい部分がぼやけて表示されるのでやはり画質はよくない。

補間する際の求めたい座標(x,y)の画素値Iとして計算した場合は以下の通りである[4].

$$0 \leq P_x \leq 1, \quad 0 \leq P_y \leq 1$$

$$f(P_x) = f(x) \cdot l_0(P_x) + f(x+1) \cdot l_1(P_x) + f(x+2) \cdot l_2(P_x) + f(x+3) \cdot l_3(P_x)$$

$$f(P_y) = f(y) \cdot l_0(P_y) + f(y+1) \cdot l_1(P_y) + f(y+2) \cdot l_2(P_y) + f(y+3) \cdot l_3(P_y)$$

.....(式2)

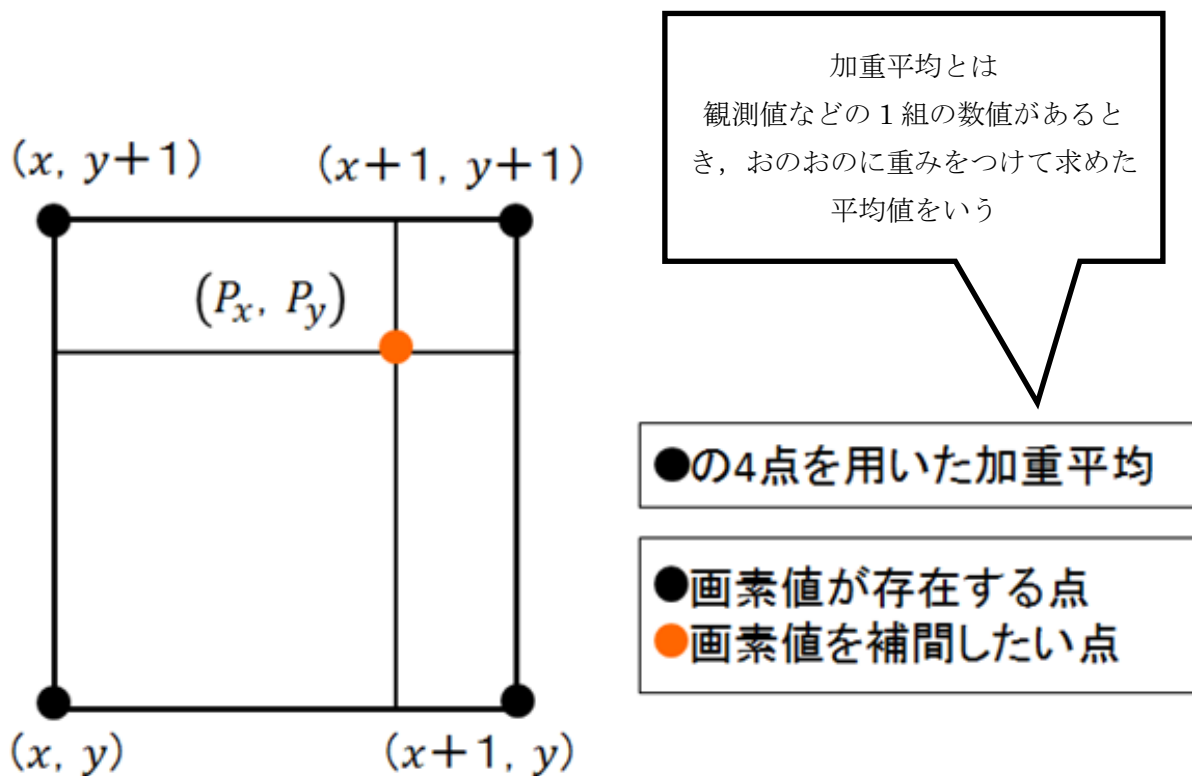


図4 バイリニア法

### 3.3 バイキュービック法

バイキュービック法は、3次多項式を用いる補間法である。すなわち、4×4単位で画素を補間計算する。補間される画素のまわりの16点を用いて3次多項式を用いた近似補間を行い、画素値を決める方法である。代表的な3通りの補間法の中で、元の画像に含まれている情報の損失が最も少なく、自然な画像が得られるもっとも精度の高い補間法であることが知られている。しかし、計算量の多い演算を行なうため処理に時間がかかり、例えばバイリニア法の約2倍の計算処理を行っている。

補間する際の求めたい座標(x,y)の画素値Iとして計算した場合は以下の通りである[4].

$$\begin{aligned}
 l_0^3(x) &= \frac{(x_1 - x)(x_2 - x)(x_3 - x)}{(x_1 - x_0)(x_2 - x_0)(x_3 - x_0)} \\
 l_1^3(x) &= \frac{(x_0 - x)(x_2 - x)(x_3 - x)}{(x_0 - x_1)(x_2 - x_1)(x_3 - x_1)} \\
 l_2^3(x) &= \frac{(x_0 - x)(x_1 - x)(x_3 - x)}{(x_0 - x_2)(x_1 - x_2)(x_3 - x_2)} \\
 l_3^3(x) &= \frac{(x_0 - x)(x_1 - x)(x_2 - x)}{(x_0 - x_3)(x_1 - x_3)(x_2 - x_3)} \\
 &\dots\dots\dots(式3)
 \end{aligned}$$

ただし  $h(t)$ ,  $x_1, \dots, x_4$ ,  $y_1, \dots, y_4$  は以下により与えられる。

$$\begin{aligned}
 h(x_0) &= l_0^3(x) \quad , h(y_0) = l_0^3(y) \\
 h(x_1) &= l_1^3(x) \quad , h(y_1) = l_1^3(y) \\
 h(x_2) &= l_2^3(x) \quad , h(y_2) = l_2^3(y) \\
 h(x_3) &= l_3^3(x) \quad , h(y_3) = l_3^3(y) \\
 &\dots\dots\dots(式4)
 \end{aligned}$$

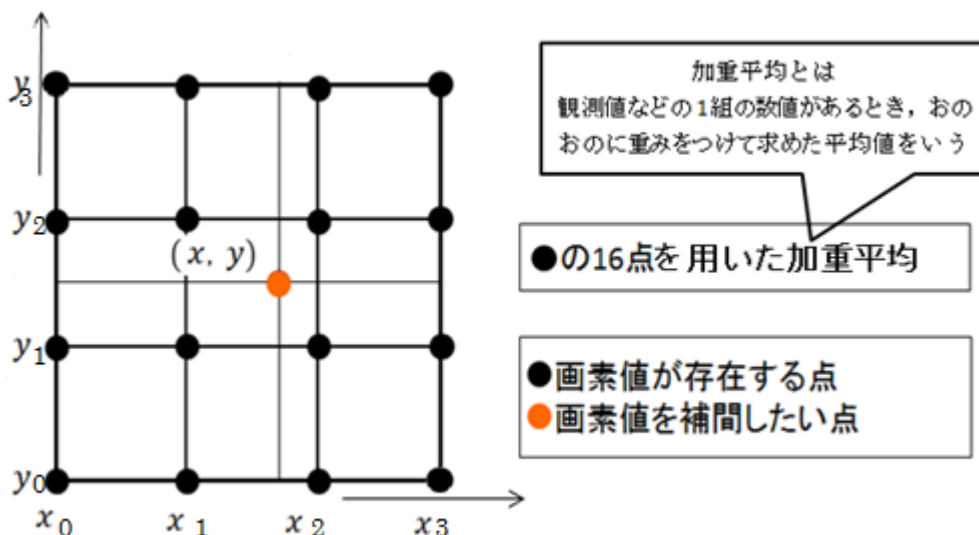


図5 バイキュービック法

## 4 ラグランジュ補間と拡大画像の改善

### 4.1 ラグランジュ補間

ラグランジュ補間法とは，ラグランジュ多項式を使った補間法である．本研究ではさらに高次の多項式を補間に用いるために次数の変更を容易にすることができるラグランジュ多項式を用いた補間を行う．この方法を用いて3次以上の補間をする際，原画像をブロック単位にわけて補間する方法とポイント単位にわけて補間する二通りの考え方がある．過去の澤見研究室の卒業研究から，そのままブロック単位の補間をただけではポイント単位に比べて画質が悪くなり，3次での補間がもっとも画質が良いことがわかっている．これは高次の多項式を用いた場合，補間した際子周波成分が付加され偽像が増えるためである．しかし，補間した画像を部分的に見てみると次数を上げることによって画質が向上されている部分のあることが分かった．

$$P_n(x) = \sum_{j=0}^n f(x_j)l_j(x) \quad \dots \dots \dots (式4)$$

$$l_j(x) = \frac{(x-x_0)(x-x_1)\dots(x-x_{j-1})(x-x_{j+1})\dots(x-x_n)}{(x_j-x_0)(x_j-x_1)\dots(x_j-x_{j-1})(x_j-x_{j+1})\dots(x_j-x_n)} \quad \dots \dots \dots (式5)$$

#### 4.1.1 ブロック単位による補間

ブロック単位で画素値を求めるラグランジュ補間法では，計算処理を行う方向及び列方向それぞれ分けて行って画素値の計算をする．例えば，原画像から3次の場合は4画素，5次の場合は6画素，7次の場合は8画素…といったように一次元のブロックを横方向に取出し，ブロック内の点をすべて補間したら次のブロックに移る．下の図6のように画像を行に対して順番に補間していき行の補間をすべて終えたら次に縦方向に対しても同様の補間を行う．これをここでは区分全区間双高次多項式補間と呼ぶ．

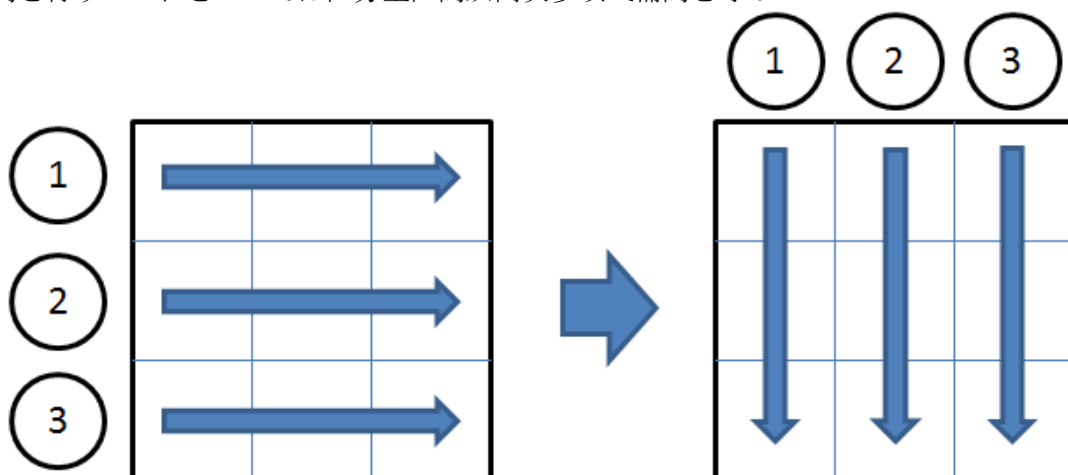


図6 補間のイメージ

#### 4.1.2 ポイント単位の補間

ポイント単位での補間は，取り出したブロック内の中心部のみに関する補間計算をする．ブロック単位では移動せず，補間したいポイント単位で移ることになる．ポイント単位の大きさは多項式の次数によって変化できるが，本研究では主として 1 単位にし，これをここでは区分 1 区間双高次多項式補間を呼ぶ．以下に 3 次多項式で 1 ブロックのみを取り出すときの例を示す．

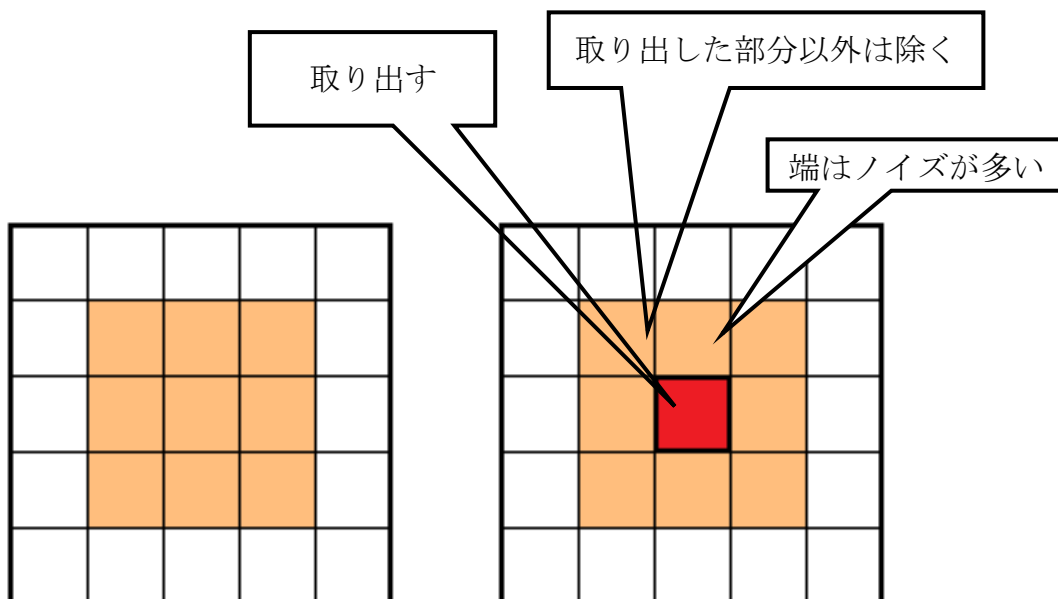


図 7 補間のイメージ 2

#### 4.2 拡大方法の改善

ブロック単位による補間はノイズが増えるのに対して，ポイント単位での補間ではそれらの改善が見られたことがわかっている[1]．しかし，客観評価することに着眼していたためか拡大率の大きい画像の画質改善までに至っていなかった．また，ポイント単位として抜き出すブロックを 1 ブロックのみに限定していた．我々は，区間双高次多項式補間を 3 ブロックや 5 ブロックなどとし，ポイント単位の大きさを変化させることで更なる画質の改善をさせたいと考えた．ポイント単位の大きさというのは，例えば図 3 は  $3 \times 3$  個のピクセルから  $1 \times 1$  個のピクセルを取り出しているが， $5 \times 5$  個のピクセルのとき  $3 \times 3$  個のピクセルを取り出すということである．

### 5 評価方法

本研究では主観評価で比較評価を行った．主観評価は視覚的な評価であるため評価者の好みなどにも左右されることになる．客観評価を行うには拡大後の画像と比較できる対象



が無いこと、そして画質の優劣は利用者である人間が判断するものでもあるので主観評価に重点を置き評価を行う。

### 5.1 主観評価

本研究では主観評価に重点を置いている。これは、拡大後の画像の基準となるものがなく、数値を用いた客観評価を難しいためである。また、画像の良し悪しは、最終的に利用する人間が判断することになるので見る人の主観判断による主観評価が最も重要になるだろうと考えたからである。

またさらに、区分双1区間高次多項式補間がどういった画像が拡大に向いているか自然画像や文字画像などを用いて多くの比較を行うことにする。

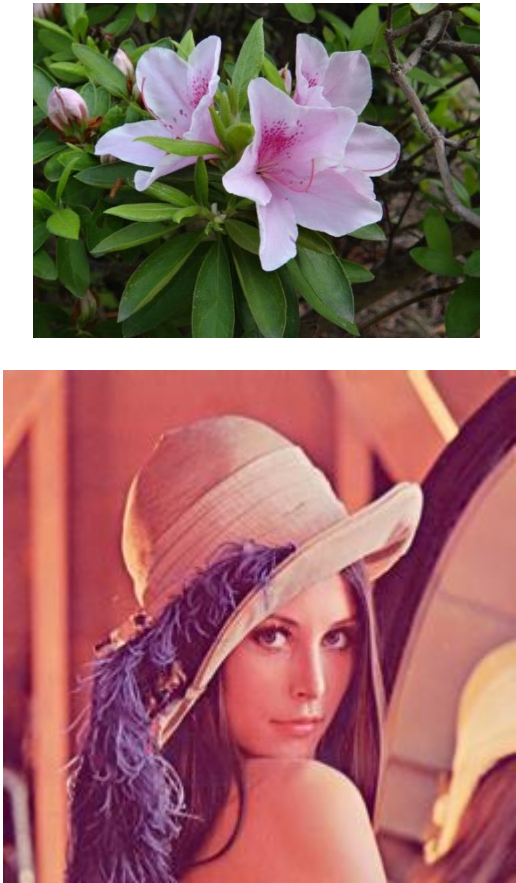

自然画像	文字画像
	

図8 種類別の画像

## 5.2 比較方法

評価を行う際に比較に用いる画像は、同じサイズ拡大したものをを用いている。それぞれの補間法に関し、以下に示したようにして拡大した画像を比較する(図 7)。また、比較画像の差がわかりやすいよう、区別しやすい部分の拡大画像をニアレストネイバー法でもう一度拡大している。画像の比較やこれらが自然画像や非自然画像などのような種類の画像の拡大に向いているかについても検討する。

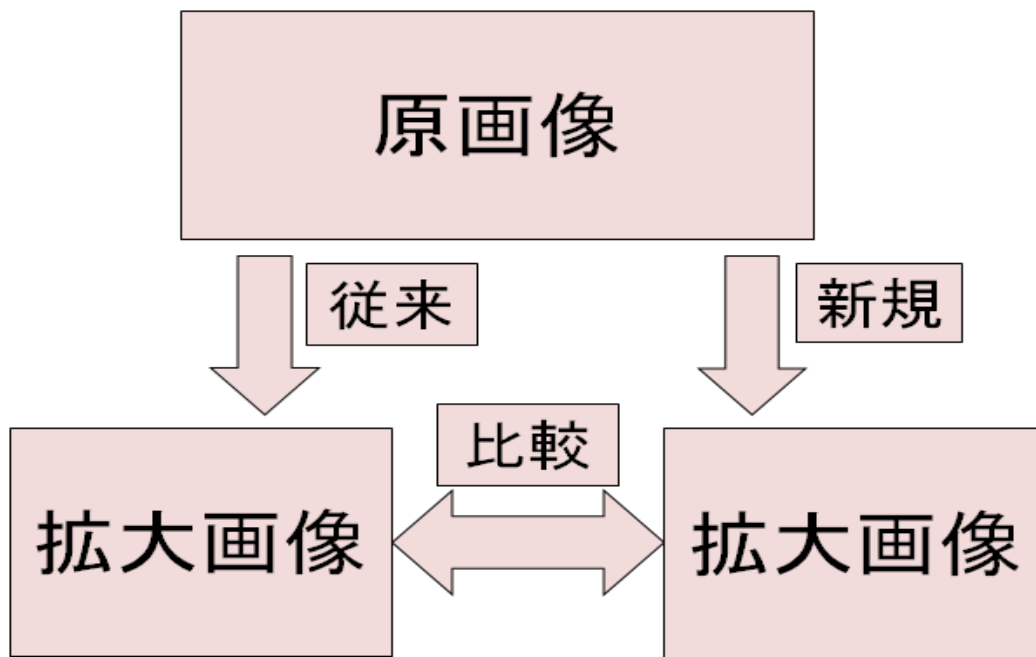


図 9 比較方法

## 5.3 比較に用いる原画像



図 10 原画像(Lenna)

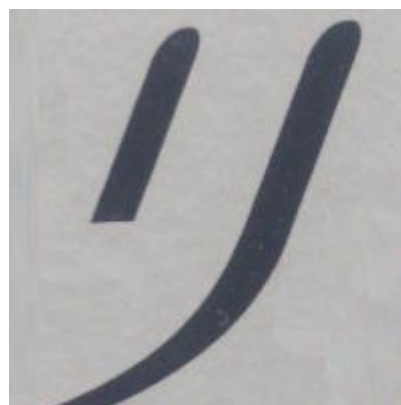
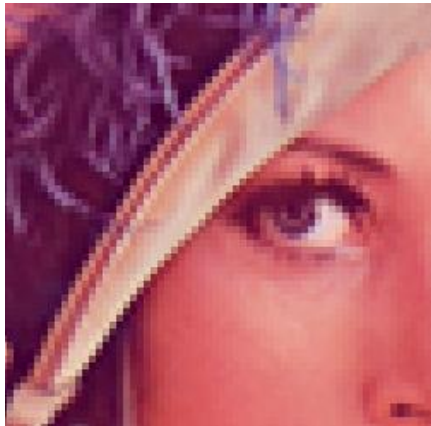


図 11 原画像(カタカナ)

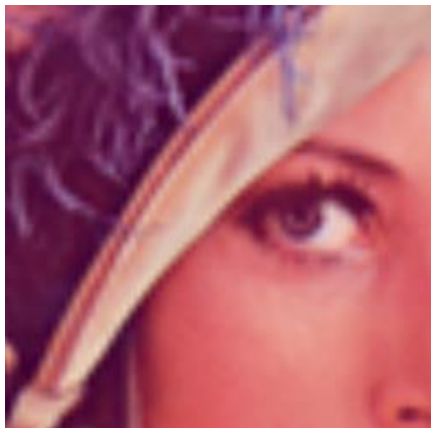
## 6 実験結果

### 6.1 従来の補間法での拡大画像の比較

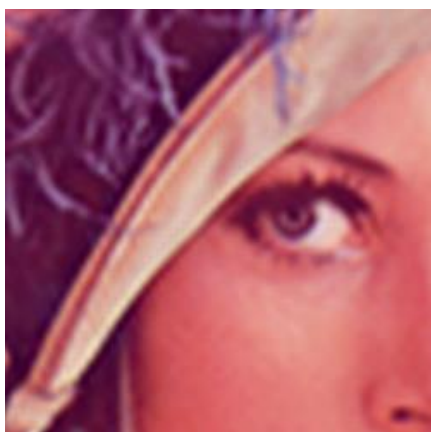
画質はニアレストネイバー法, バイリニア法, バイキュービック法の順に向上している.



(a) ニアレストネイバー法



(b) バイリニア法



(c) バイキュービック法

図 10 画像 Lenna



(a) ニアレストネイバー法



(b) バイリニア法



(c) バイキュービック法

図 11 画像カタカナ

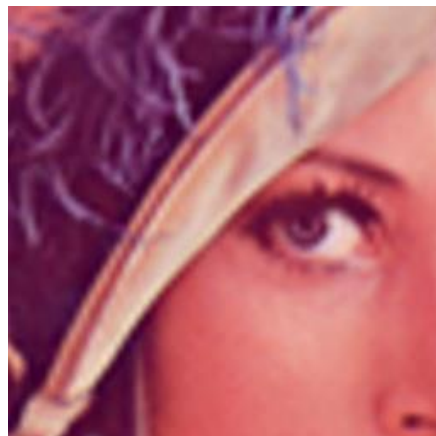
## 6.2 区分全区間双高次多項式補間と区分1区間双高次多項式補間の比較

### 6.2.1 画像 Lenna(全区間と1区間)

区分全区間双高次多項式補間と区分1区間双高次多項式補間を比較した(図10).



(a) 区分全区間双3次多項式補間



(b) 区分1区間双3次多項式補間



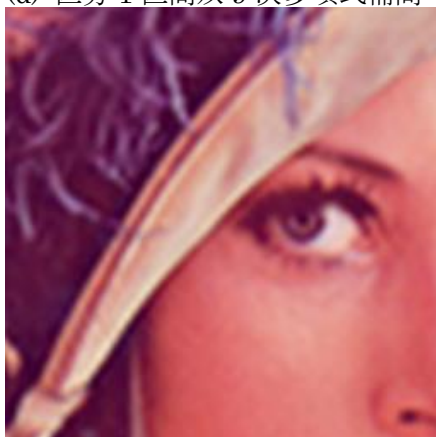
(c) 区分全区間双9次多項式補間



(d) 区分1区間双9次多項式補間



(e) 区分全区間双13次多項式補間



(f) 区分1区間双13次多項式補間

図10 画像 Lenna

### 6.2.2 画像カタカナ(全区間と1区間)

区分全区間双高次多項式補間と区分1区間双高次多項式補間を比較した(図11).



(a) 区分全区間双3次多項式補間



(b) 区分1区間双3次多項式補間



(c) 区分全区間双9次多項式補間



(d) 区分1区間双9次多項式補間



(e) 区分全区間双13次多項式補間



(f) 区分1区間双13次多項式補間

図11 画像カタカナ

### 6.3 区分1区間双高次多項式での補間と区分3区間双高次多項式での補間の比較

#### 6.3.1 画像 Lenna(1区間と3区間)

区分1区間双高次多項式補間と区分3区間双高次多項式補間を比較した(図10).



(b) 区分1区間双3次多項式補間



(b) 区分3区間双3次多項式補間



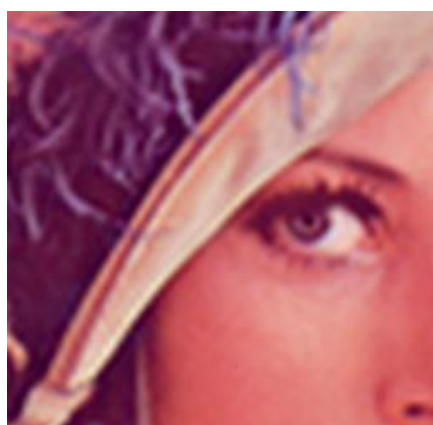
(c) 区分1区間双9次多項式補間



(d) 区分3区間双9次多項式補間



(e) 区分1区間双13次多項式補間



(f) 区分3区間双13次多項式補間

図10 画像 Lenna

### 6.3.2 画像カタカナ (1 区間と 3 区間)

区分 1 区間双高次多項式補間と区分 3 区間双高次多項式補間を比較した(図 10).



(a) 区分 1 区間双 3 次多項式補間



(b) 区分 3 区間双 3 次多項式補間



(c) 区分 1 区間双 9 次多項式補間



(d) 区分 3 区間双 9 次多項式補間



(e) 区分 1 区間双 13 次多項式補間



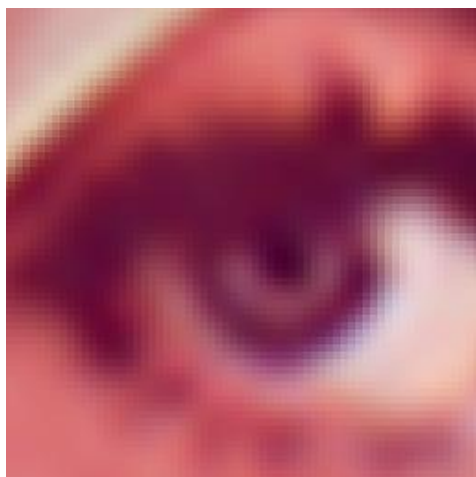
(f) 区分 3 区間双 13 次多項式補間

図 10 画像カタカナ

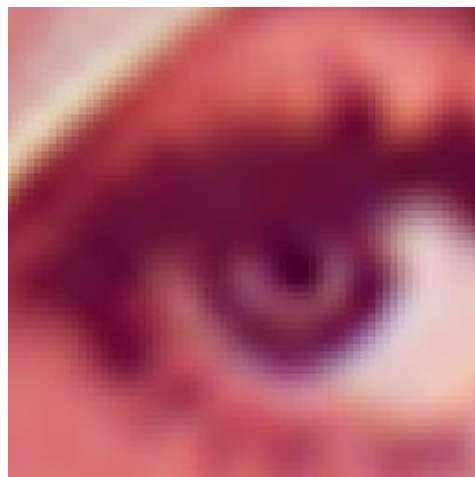
## 6.4 拡大後画像をさらにニアレストネイバー法で拡大した画像

多項式を用いた拡大画像の高周波成分による偽像を確認するために高周波成分が混じらない0次の多項式を用いたニアレストネイバー法で拡大後の画像を拡大する(複数拡大).

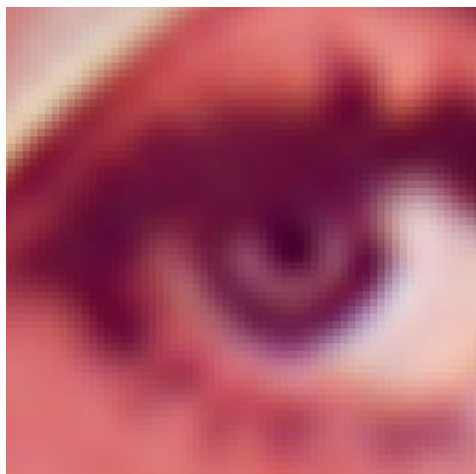
### 6.4.1 画像 Lenna(複数拡大)



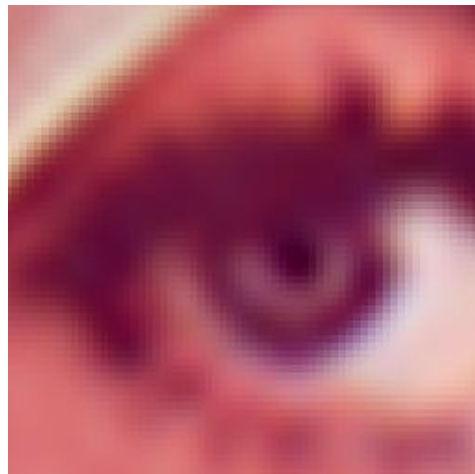
(c) 区分1区間双9次多項式補間



(d) 区分3区間双9次多項式補間



(e) 区分1区間双13次多項式補間



(f) 区分3区間双13次多項式補間

図 10 画像 Lenna

## 7 まとめ

今回比較した手法の中では、主観評価によるとニアレストネイバー法とバイリニア法を用いた拡大画像より区分双高次を用いた補間での画像が高画質に感じられた。また、バイキュービック法やポイント補間での拡大画像も画質の良さでは区分双高次の拡大画像の方が高画質に感じたが、ごく微細な差であるように感じた。さらにニアレストネイバー法で拡大し画像の比較を行った結果、ラグランジュ多項式の次数を上げると補間を行う区間が1区間でも3区間でも偽像が減っているように見えた。区分双高次を用いて文字画像の拡



大をする場合，斜線部の画質の差はラグランジュ多項式の次数を上げた方が高画質になったが，3区間よりも1区間の方がジャギーが少なく高画質に見えた。

今後の課題として，対象画像を自然画像だけでなく非自然画像へと広げること，原画像との比較ができないことによる客観評価の難しさといった点を工夫して補う必要性がある。

## 参考文献

[1]デジタル用語辞典 <http://yougo.ascii.jp/caltar/メインページ>

[2]岡山理科大学 総合情報科学科 澤見ゼミ 2007年度卒業研究

[3]画像補間方式 [http://www.esungo.com/tips/morephotoshop/2\\_gazouhokan.html](http://www.esungo.com/tips/morephotoshop/2_gazouhokan.html)

[4]加重平均 <http://kotobank.jp/word/加重平均>