画像処理

- 空間領域
- 空間周波数領域

filtering

雑音除去，平滑化

- ・
- ・加重平均
- ・
- ・メディアン

$\frac{1}{9}$

1	1	1
1	1	1
1	1	1

$\frac{1}{11}$

1	1	1
1	3	1
1	1	1

$\frac{1}{16}$	$\frac{2}{16}$	$\frac{1}{16}$
$\frac{2}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{2}{16}$
$\frac{1}{16}$	$\frac{2}{16}$	$\frac{1}{16}$

filtering

edge，輪郭を取り出す

- ・1次微分
  - ・Prewitt
  - ・
- ・2次微分
  - ・

−1	0	1
−2	0	2
−1	0	1

0	1	0
1	−4	1
0	1	0

filtering

edge，輪郭を強調する

- ・鮮鋭化

原画像－微分画像

0	−1	0
−1	5	−1
0	−1	0

画像処理 ┬ 空間領域
　　└ 空間周波数領域

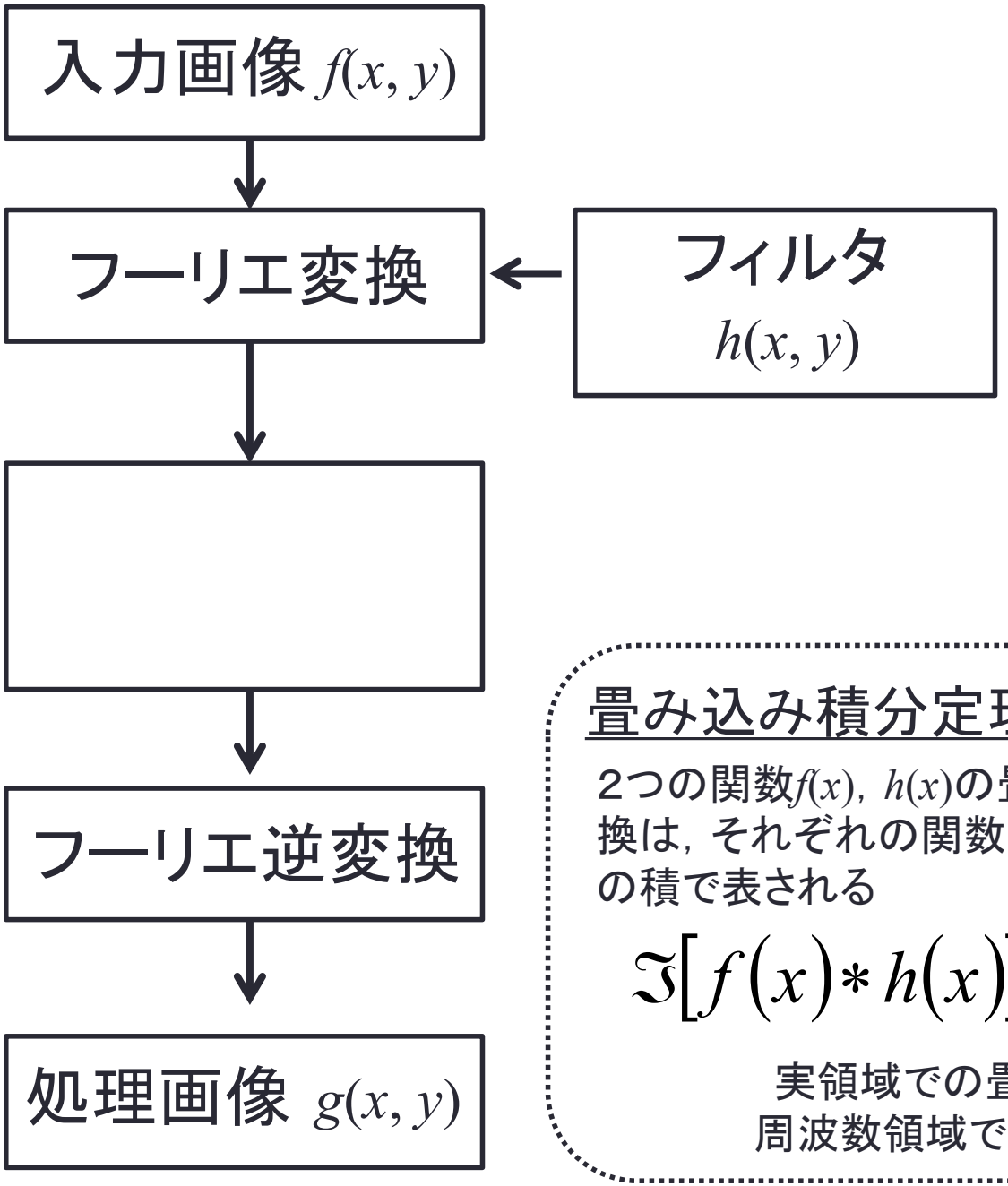
（手順）

（1）　　（　　）をフーリエ変換[（u，v）]

（2）　　（　　）をフーリエ変換[（u，v）]

（3）（1）と（2）の積をとる

（4）（3）の結果をフーリエ逆変換し，処理画像を得る
（逆フーリエ変換）



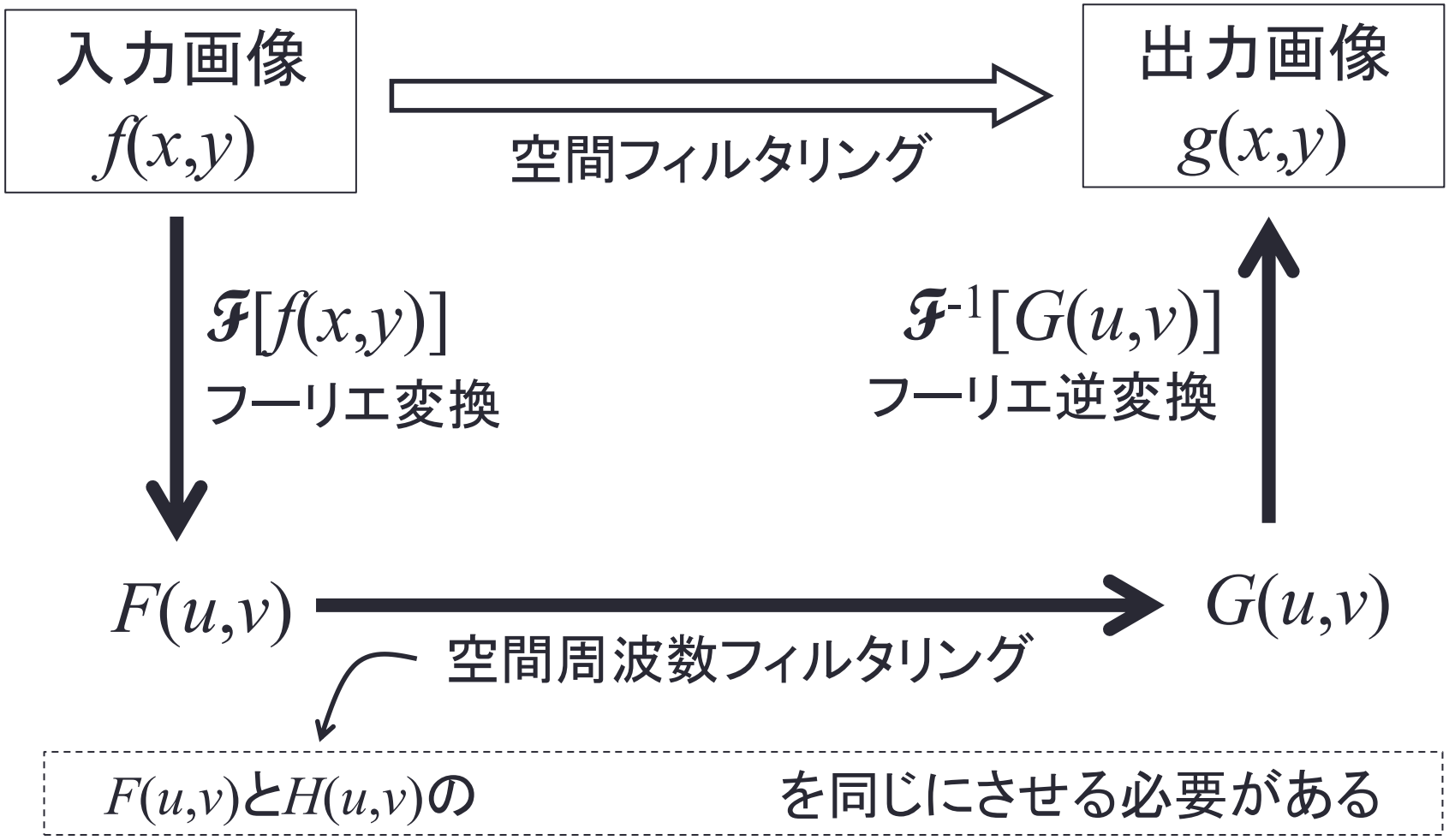
畳み込み積分定理（convolution定理）

2つの関数$f(x)$, $h(x)$の畳み込み積分のフーリエ変換は，それぞれの関数のフーリエ変換$F(\omega)$, $H(\omega)$の積で表される

$$\Im[f(x)*h(x)]=F(\omega)\times H(\omega)$$

実領域での畳み込み積分は，
周波数領域では掛け算で行える

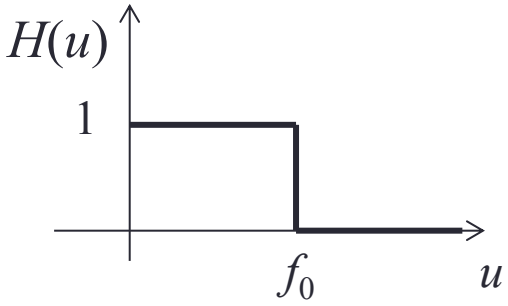
空間処理と空間周波数処理



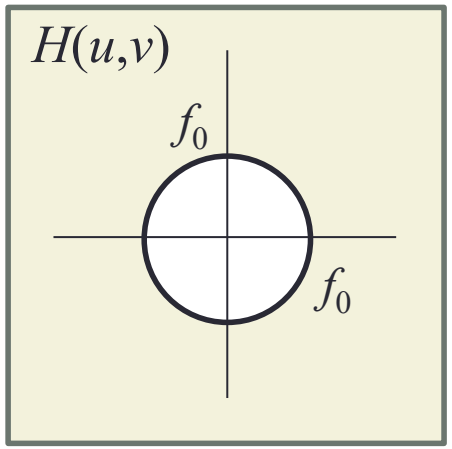
空間周波数領域での代表的フィルタリング

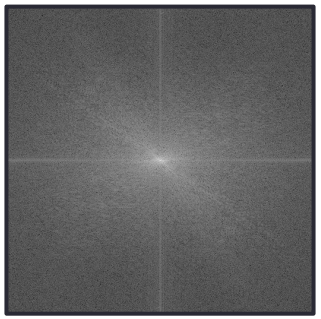
（1）　　フィルタ[　　filter]（　　フィルタ）

（1次元）　$$H(u)=\begin{cases}1, & u \le f_0 \\ 0, & otherwise\end{cases}$$

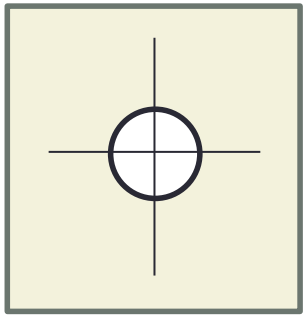


（2次元）　$$H(u,v)=\begin{cases}1, & \sqrt{u^2+v^2} \le f_0 \\ 0, & otherwise\end{cases}$$

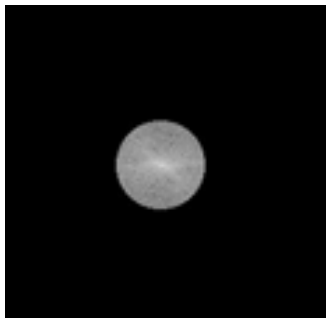




$F(u,v)$



$H(u,v)$

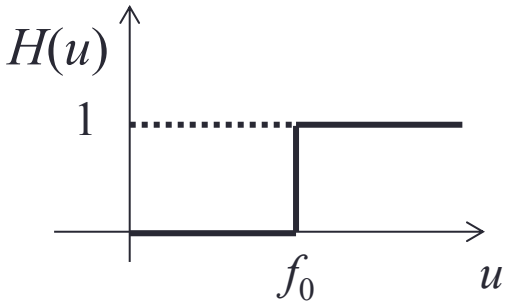


$F(u,v) \times H(u,v)$

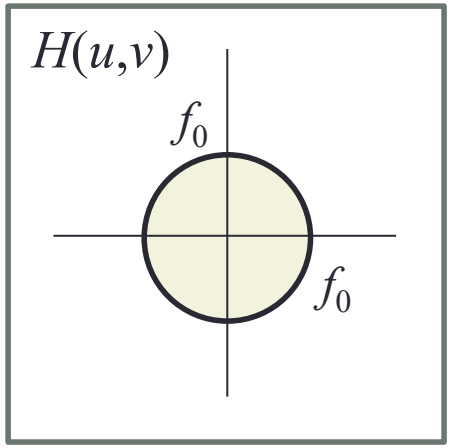
画像に含まれる空間周波数成分のうち，　　成分は残し，　　成分は除去するようなフィルタ

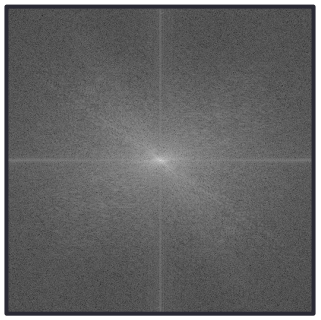
（2）　　フィルタ[　　filter]（　　フィルタ）

（1次元）　$$H(u)=\begin{cases}1, & u \geq f_0 \\ 0, & otherwise\end{cases}$$

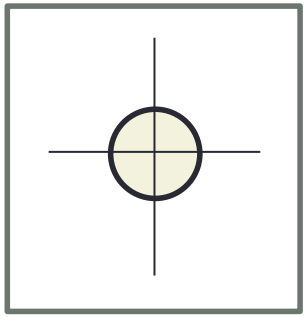


（2次元）　$$H(u,v)=\begin{cases}1, & \sqrt{u^2+v^2} \geq f_0 \\ 0, & otherwise\end{cases}$$

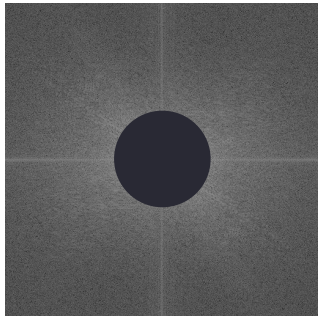




$F(u,v)$



$H(u,v)$

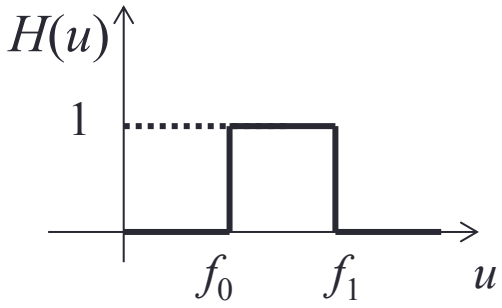


$F(u,v) \times H(u,v)$

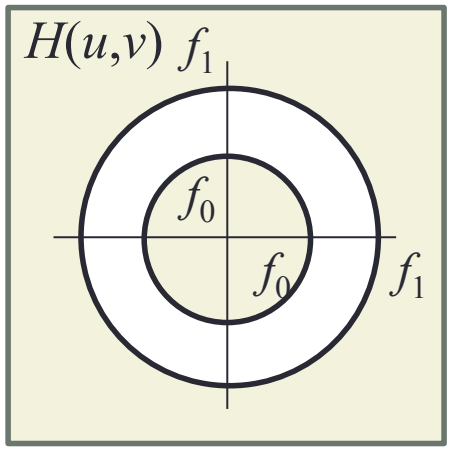
画像に含まれる空間周波数成分のうち，　　成分は残し，　　成分は除去するようなフィルタ

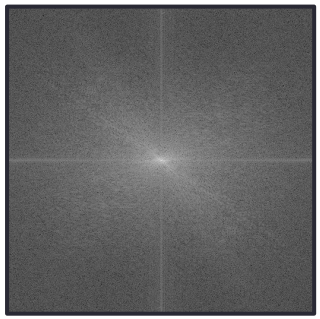
（3）　　フィルタ[　　filter]

（1次元）　$$H(u)=\begin{cases}1, & f_0 \le u \le f_1 \\ 0, & otherwise\end{cases}$$

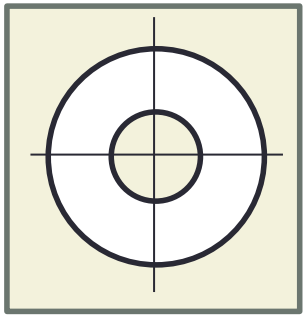


（2次元）$$H(u,v)=\begin{cases}1, & f_0 \le \sqrt{u^2+v^2} \le f_1 \\ 0, & otherwise\end{cases}$$

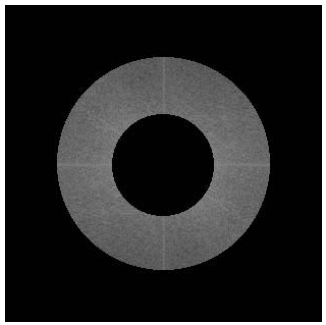




$F(u,v)$



$H(u,v)$

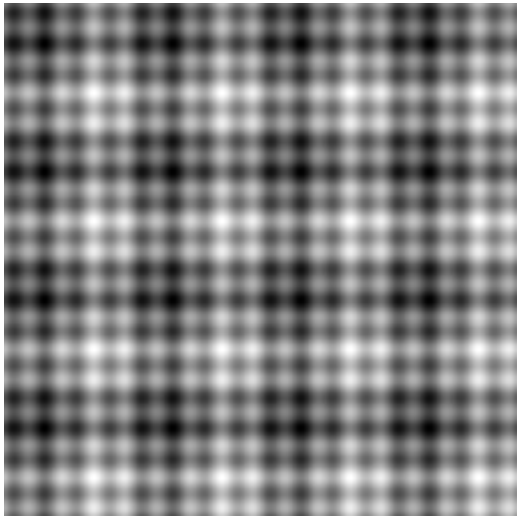


$F(u,v) \times H(u,v)$

画像に含まれる空間周波数成分のうち，ある　　の範囲を通すようなフィルタ

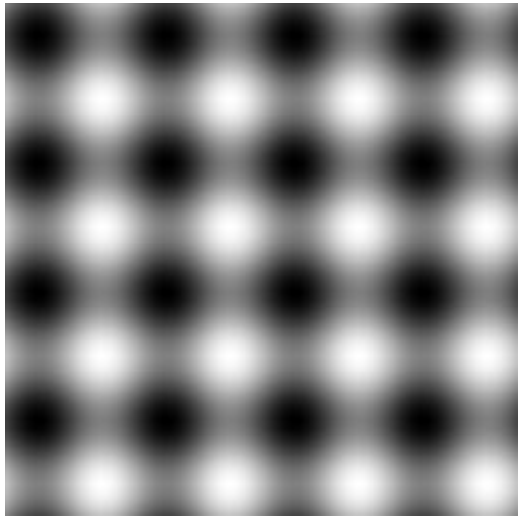
周期の異なるサイン波の合成

混合波



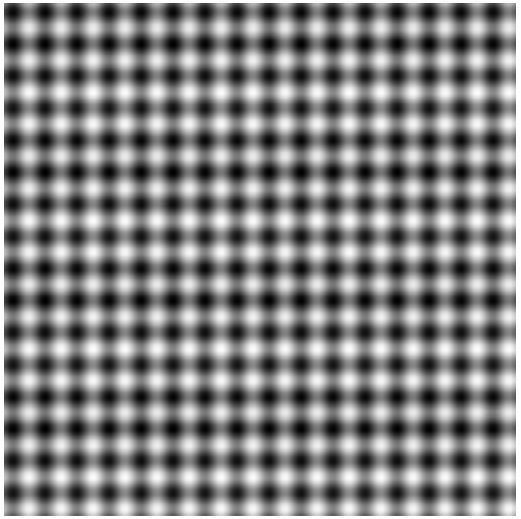
=

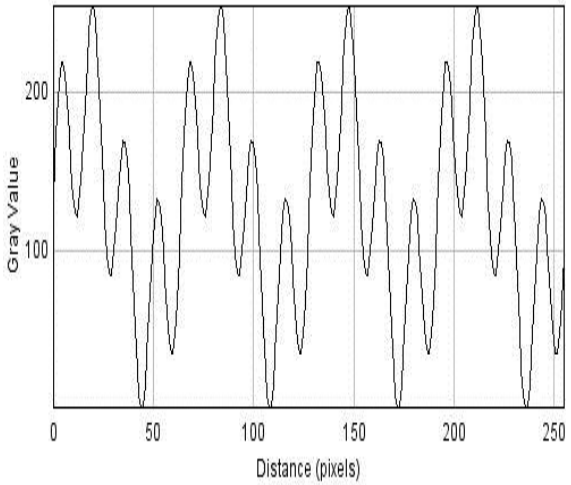
低周波成分

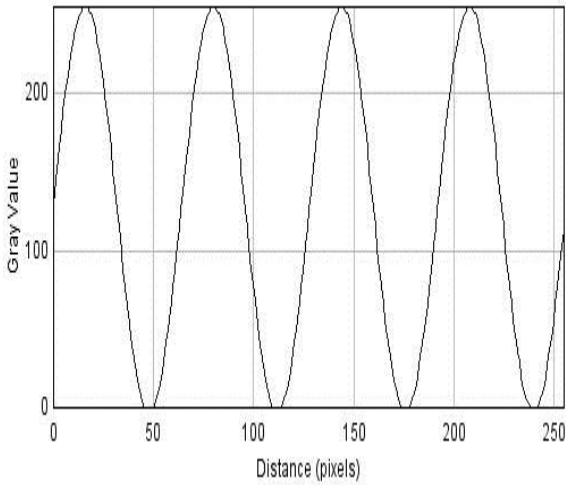


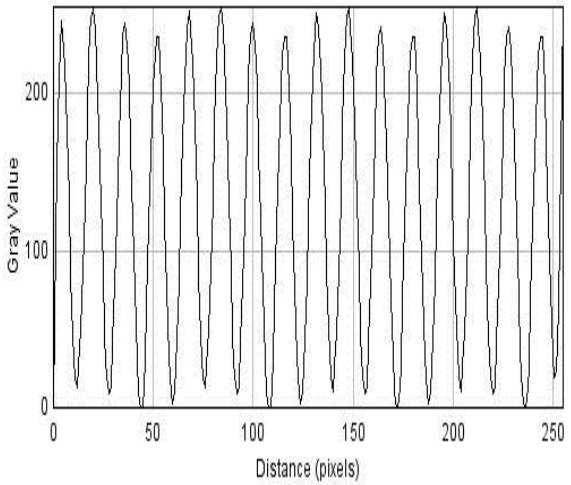
+

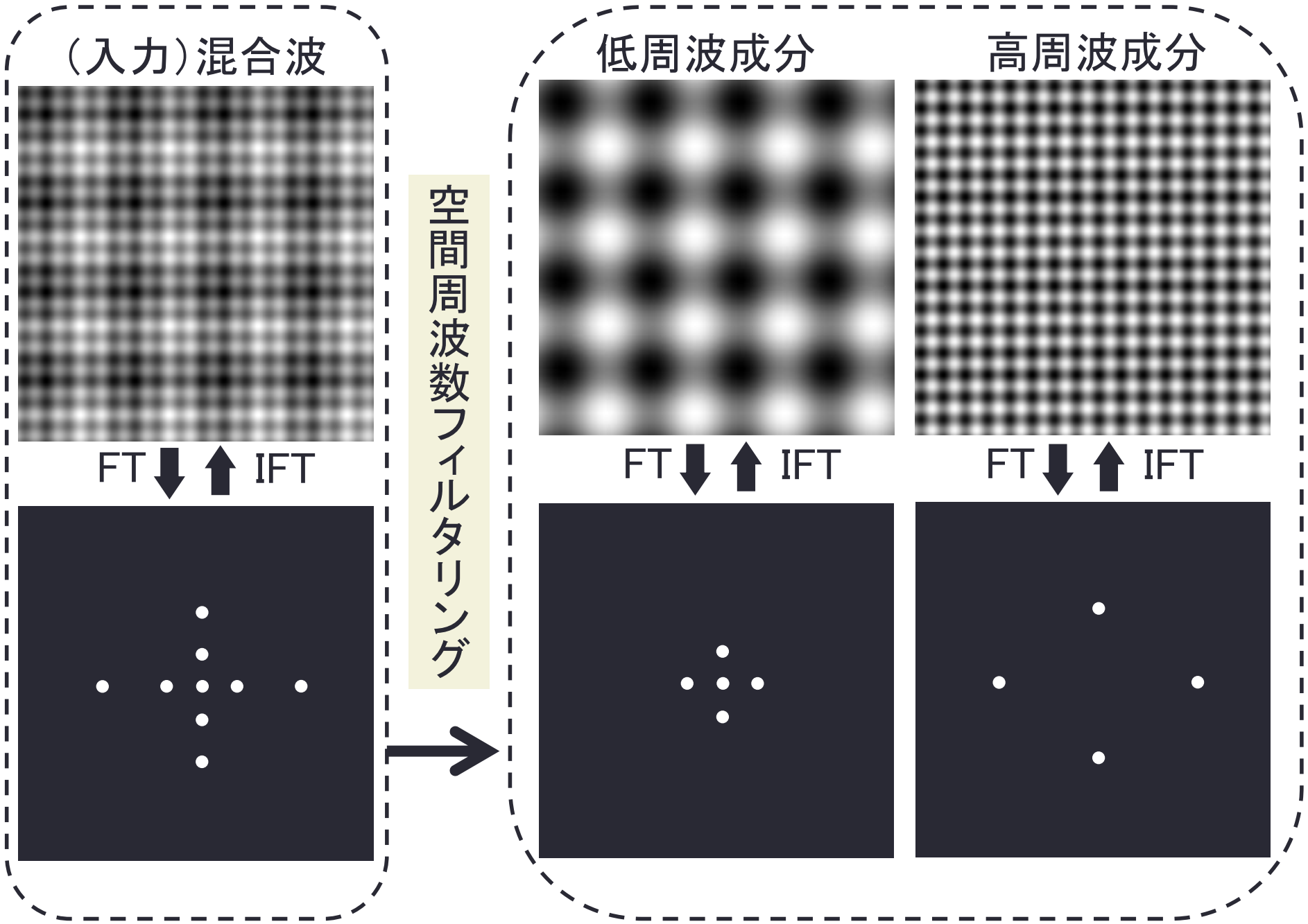
高周波成分



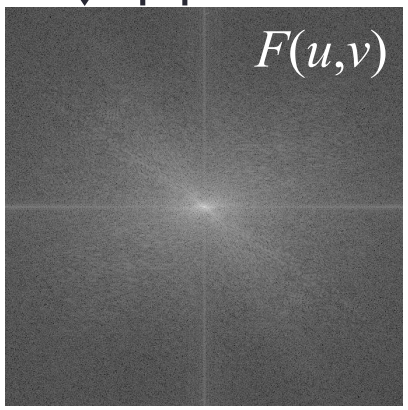







(入力)混合波
FT
IFT
空間周波数フィルタリング
低周波成分
高周波成分
FT
IFT
FT
IFT

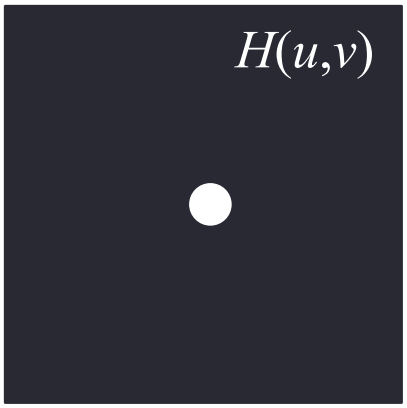
FT

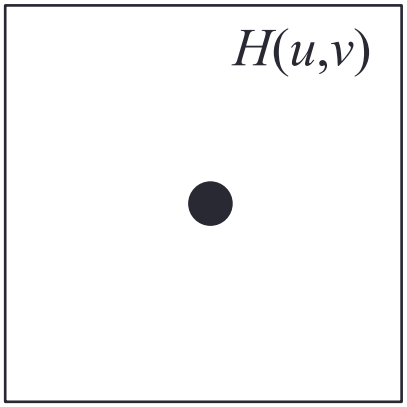


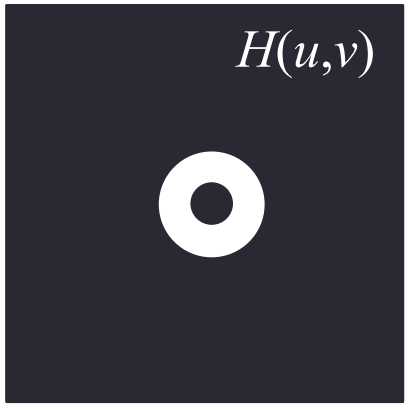
空間周波数フィルタ

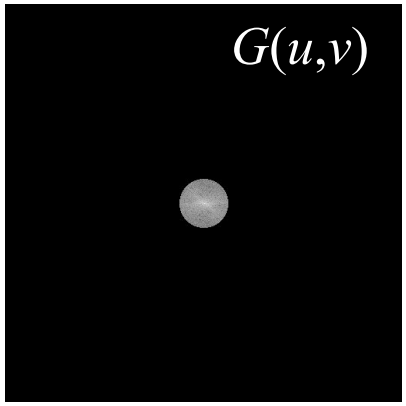
通過域（白）：1

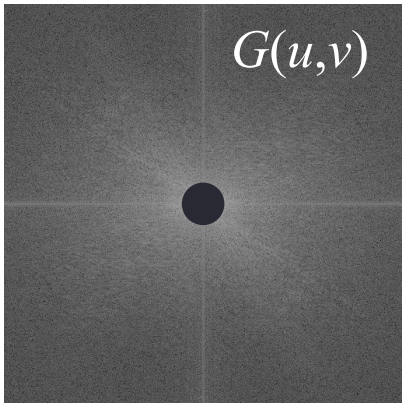
遮断域（黒）：0

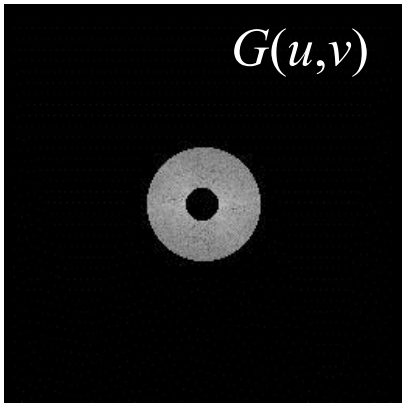












IFT

IFT

IFT

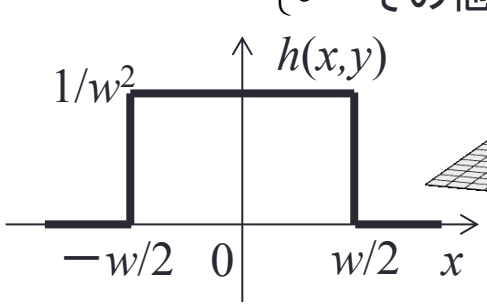
・移動平均フィルタ

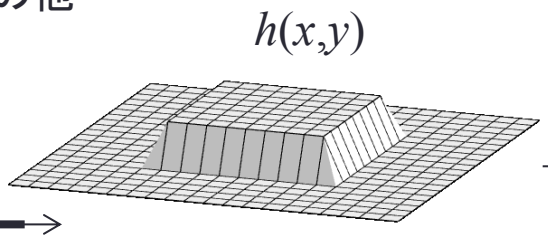
$$h(x,y)=\frac{1}{w^2}\,rect\left(\frac{x}{w},\frac{y}{w}\right)$$

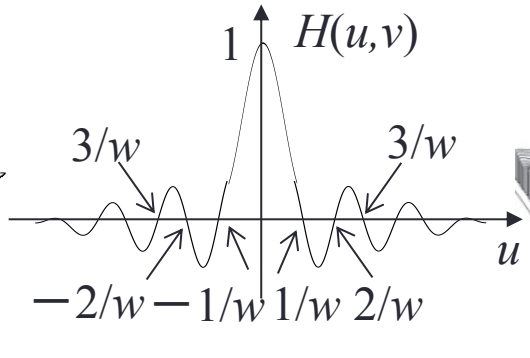
$$rect(x,y)=\begin{cases}1 & |x|\le\frac{1}{2}\ \text{かつ}\ |y|\le\frac{1}{2}\ \text{のとき}\\ 0 & \text{その他}\end{cases}$$

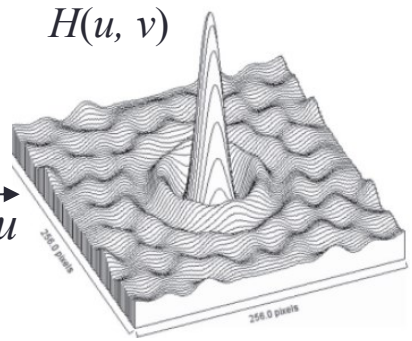
FT

$$H(u,v)=$$







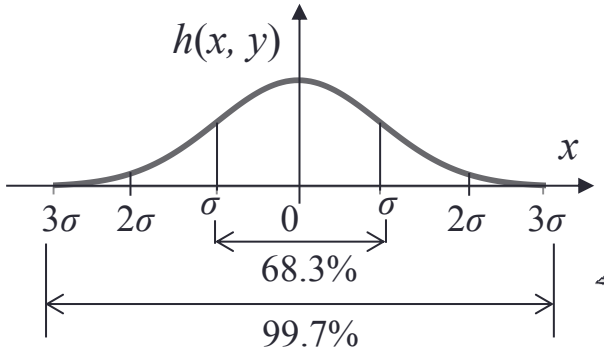


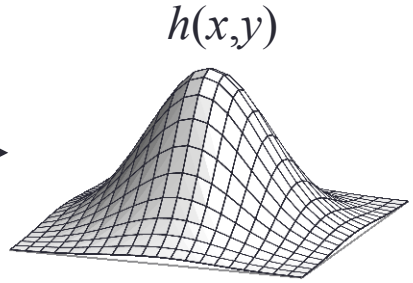
・ガウシアンフィルタ

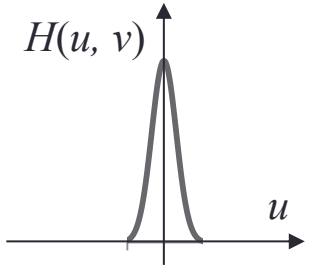
$$h(x,y)=\frac{1}{2\pi\sigma^2}\exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)$$

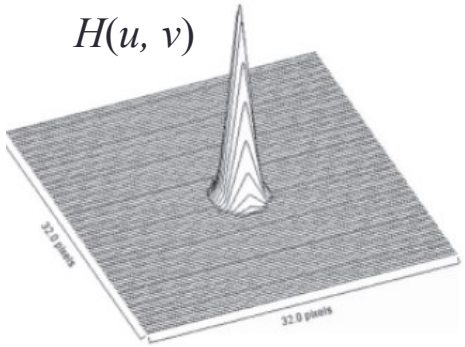
FT

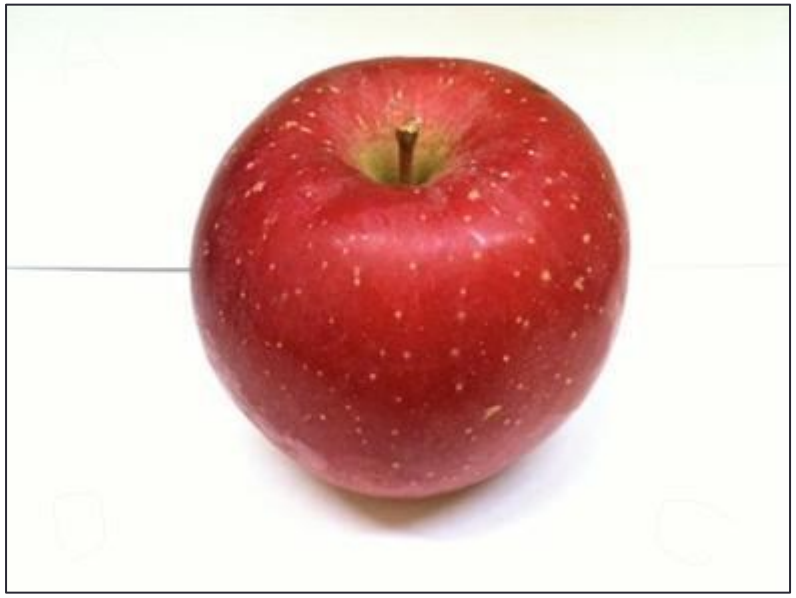
$$H(u,v)=$$





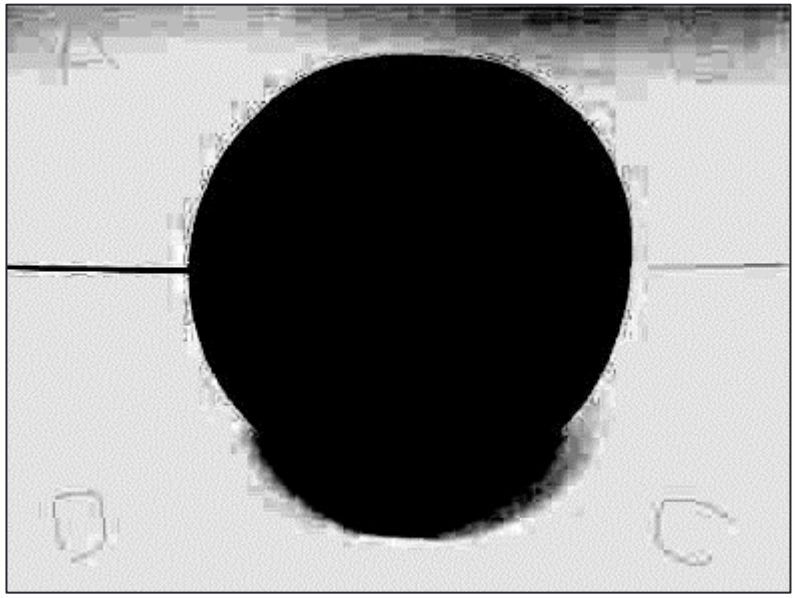






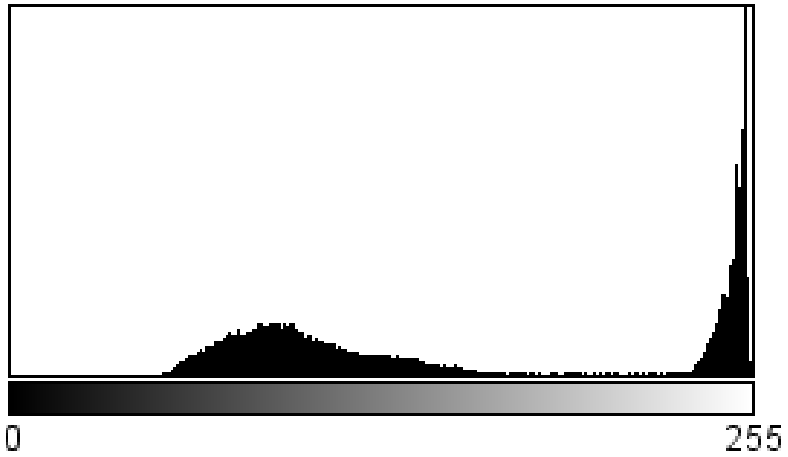
原画像

histogram



ウィンドウイング条件B

ウィンドウイング条件A



Dynamic Range (DR) 圧縮の概要

一般的な階調処理では，画像中の　　に対してなんらかの濃度変換が行われる．

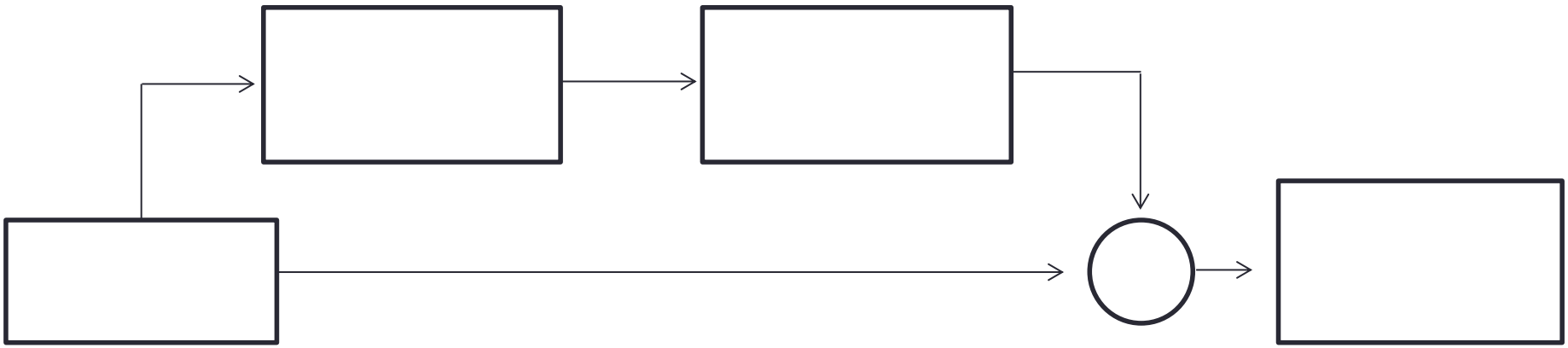
これに対して，ある範囲内の濃度域に対してのみ濃度変換を実施し，その範囲外では　　する局所的な階調処理がある．

この　　は，ダイナミックレンジ（dynamic rage：DR）圧縮処理と呼ばれ，医用画像では主に　　な低濃度域（あるいは高濃度域）を　　濃度域に引き上げる（あるいは引き下げる）ために使われる．

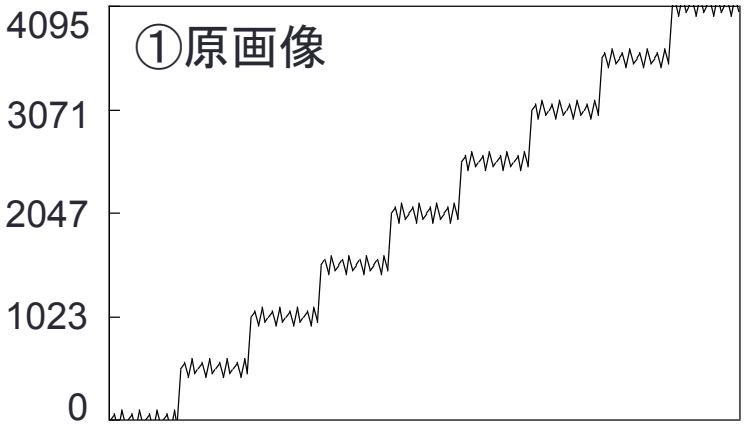
　　処理は，局所的な濃度域において高周波成分のコントラストは保持しつつ低周波成分のコントラストのみを調節する階調処理であるともいえる．

DR圧縮処理の手順

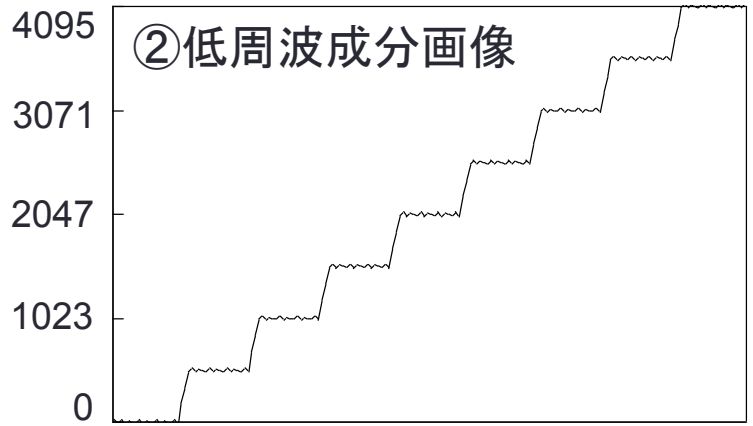
画像表示で画像情報を変えずに広い診断可視域を実現するための新しい画像処理法　→　局所的な階調処理法

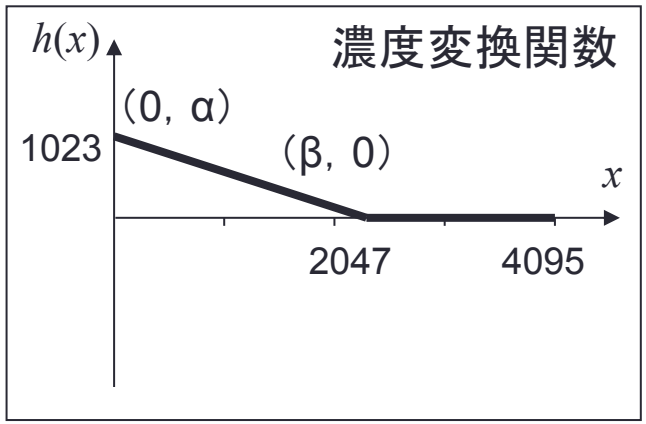


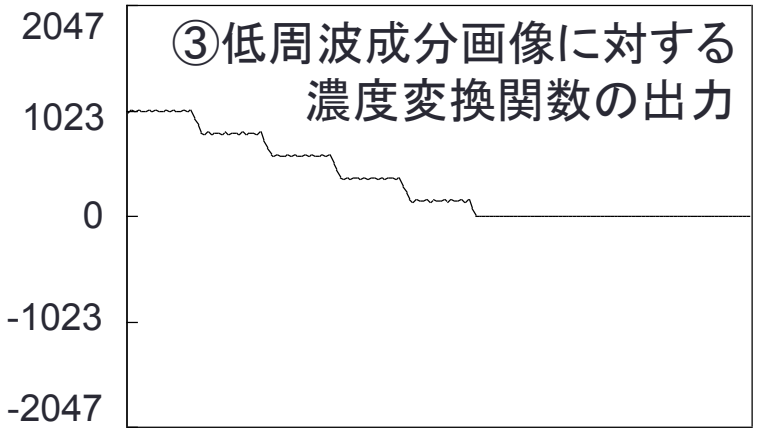
(1)原画像に平滑化処理を実施し低周波成分画像を作成する
(2)低周波成分画像に予め定めておいた濃度変換関数を適用する
(3)濃度変換関数の出力画像を原画像に加算する



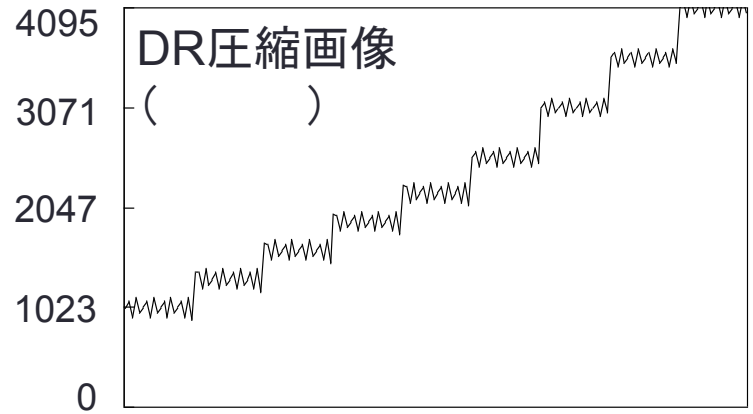
平滑化



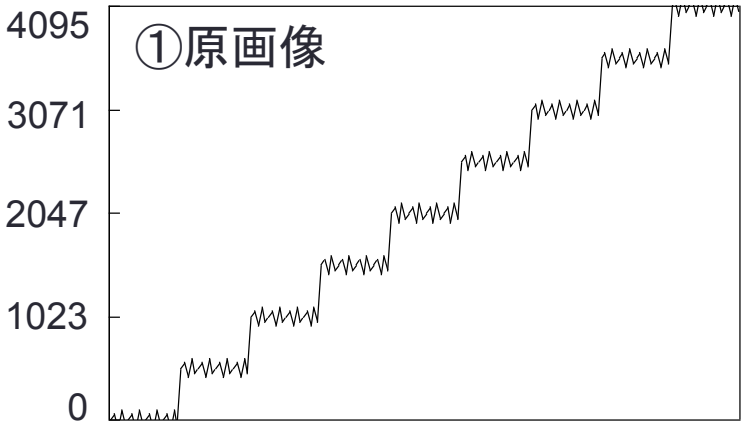




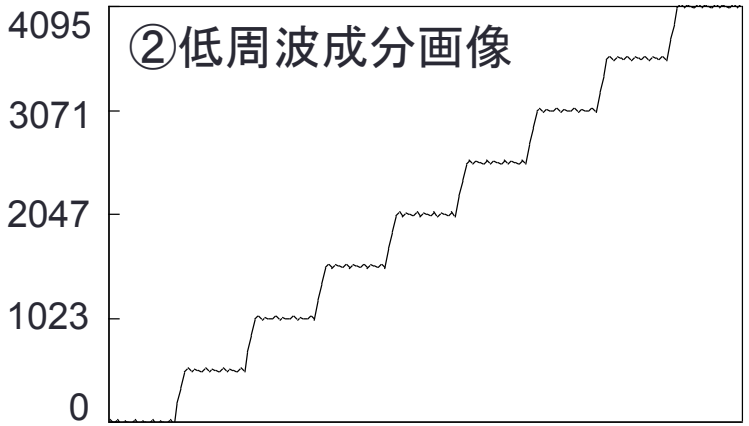
$$h(x)=\begin{cases}-\dfrac{\alpha}{\beta}x+\alpha, & x\le\beta\\ 0, & x>\beta\end{cases}$$

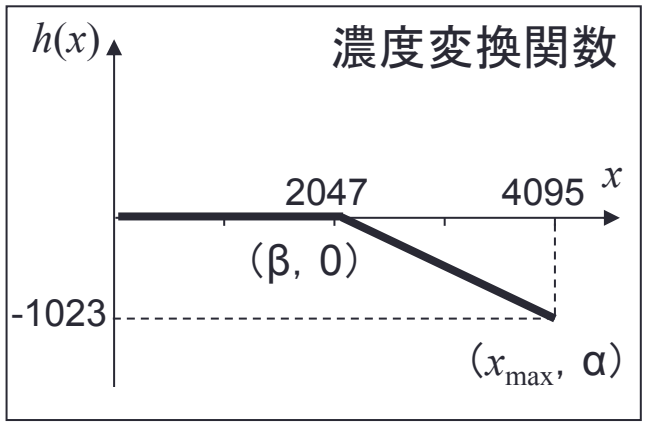


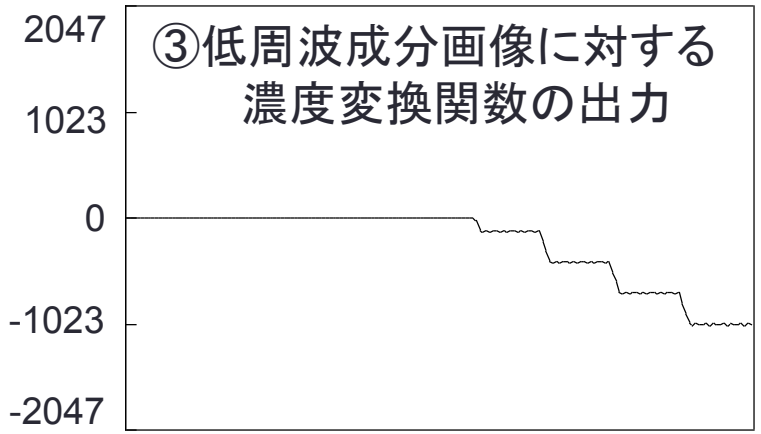
DR圧縮



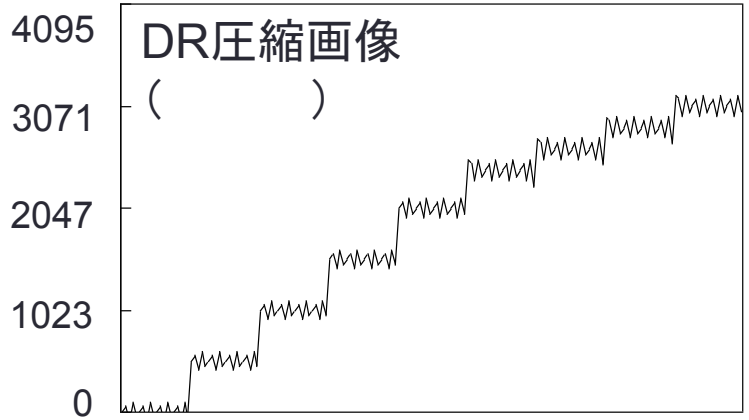
平滑化



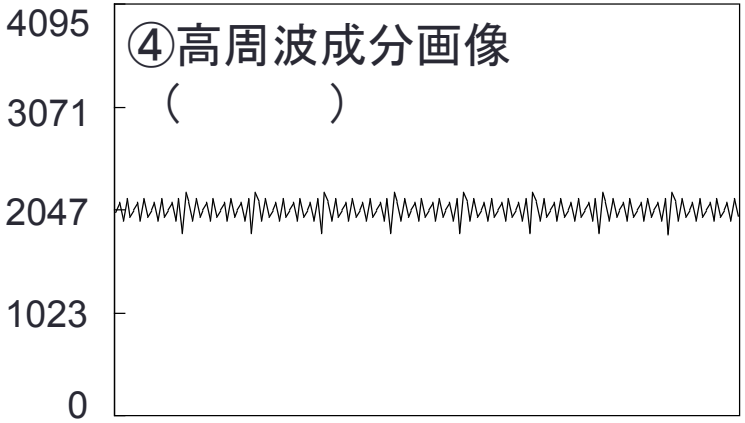


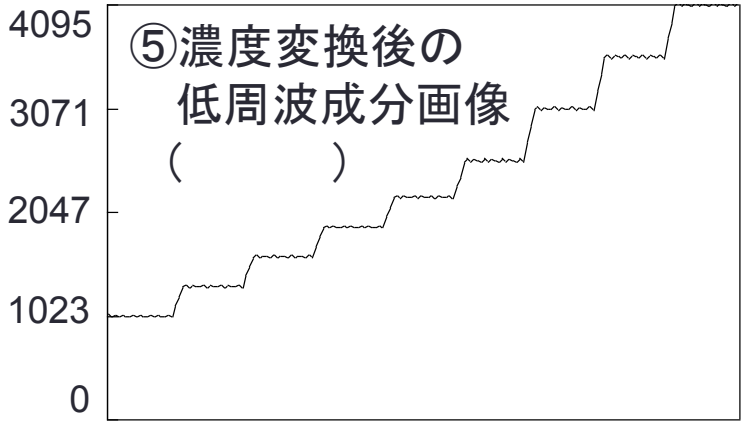


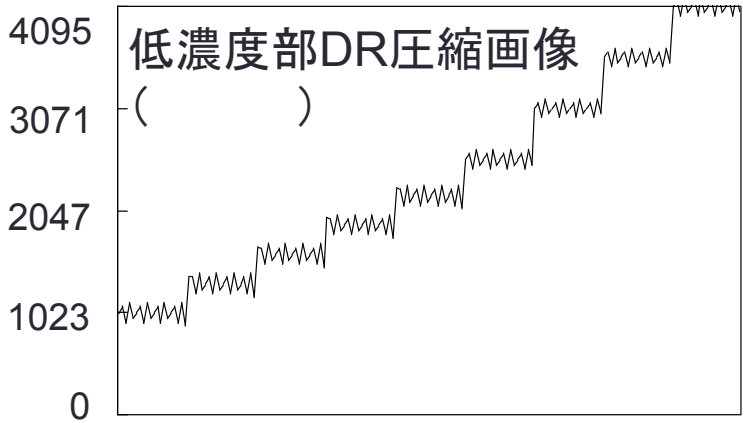
$$h(x)=\begin{cases}0, & x<\beta\\ -\dfrac{\alpha}{\beta-x_{\max}}x+\dfrac{\alpha\beta}{\beta-x_{\max}}, & x\geq\beta\end{cases}$$

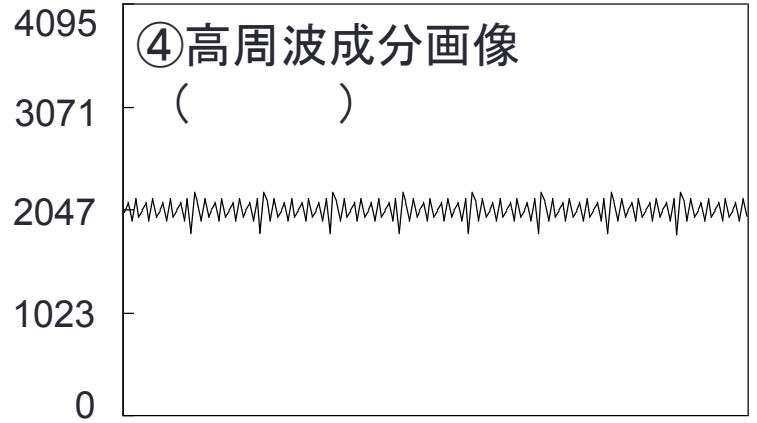


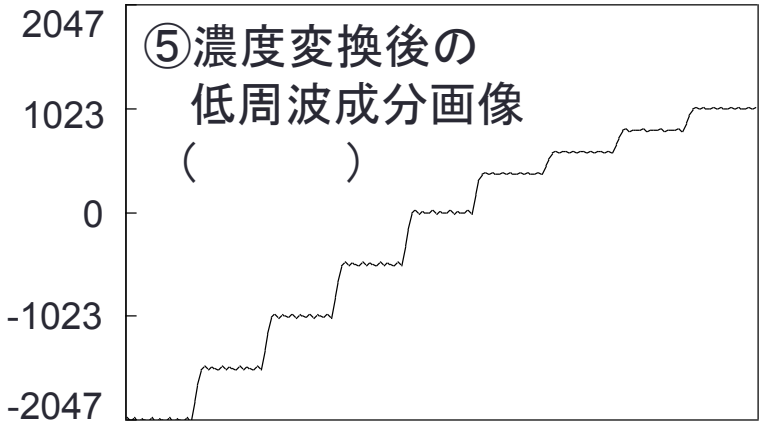
DR圧縮

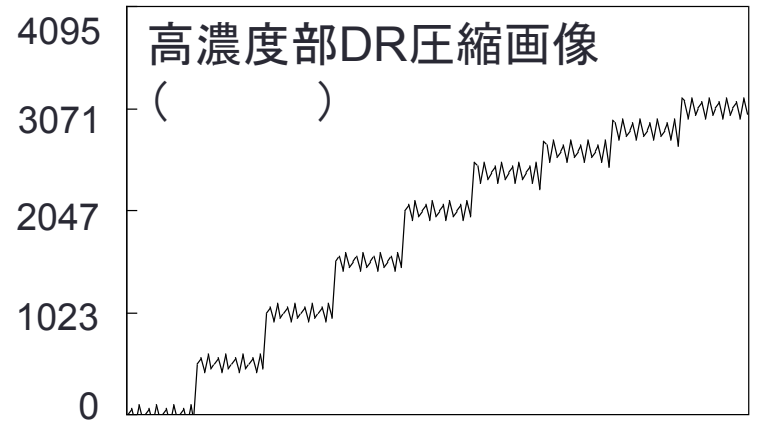

4095
3071
2047
1023
0
④高周波成分画像
（　　）

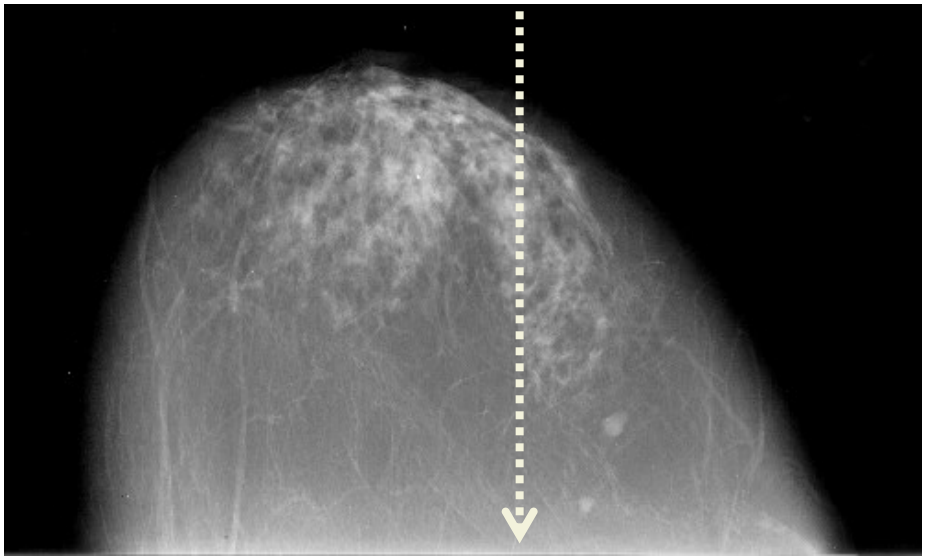

4095
3071
2047
1023
0
⑤濃度変換後の
低周波成分画像
（　　）


4095
3071
2047
1023
0
低濃度部DR圧縮画像
（　　）

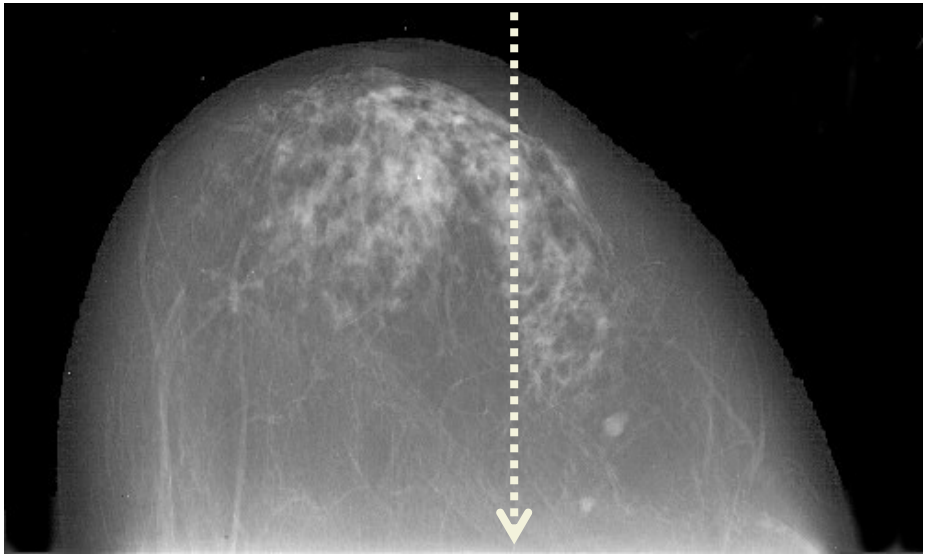

4095
3071
2047
1023
0
④高周波成分画像
（　　）


2047
1023
0
-1023
-2047
⑤濃度変換後の
低周波成分画像
（　　）

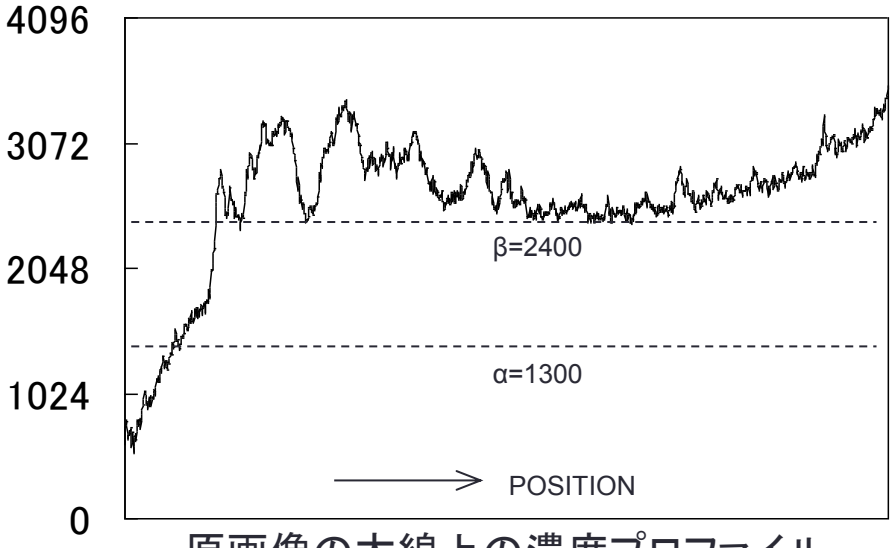

4095
3071
2047
1023
0
高濃度部DR圧縮画像
（　　）



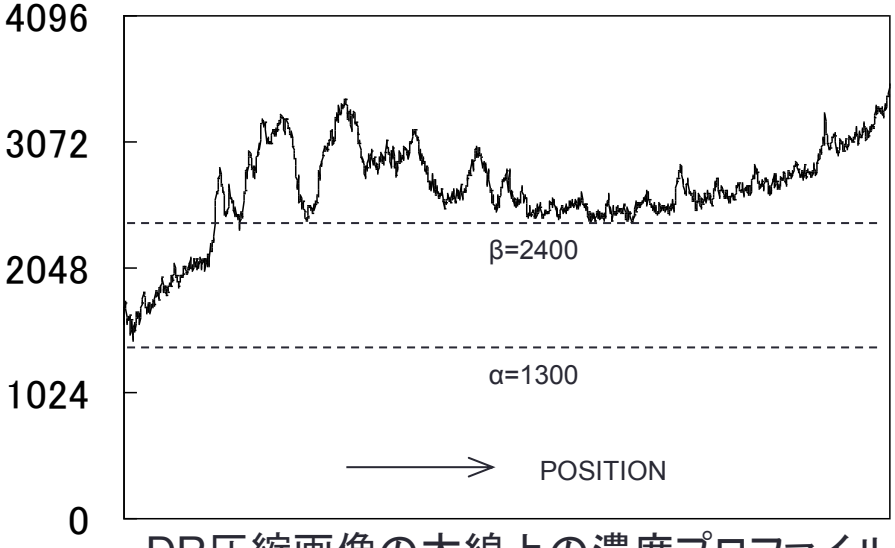
原画像



DR圧縮画像



原画像の太線上の濃度プロファイル



DR圧縮画像の太線上の濃度プロファイル

ボケマスク処理

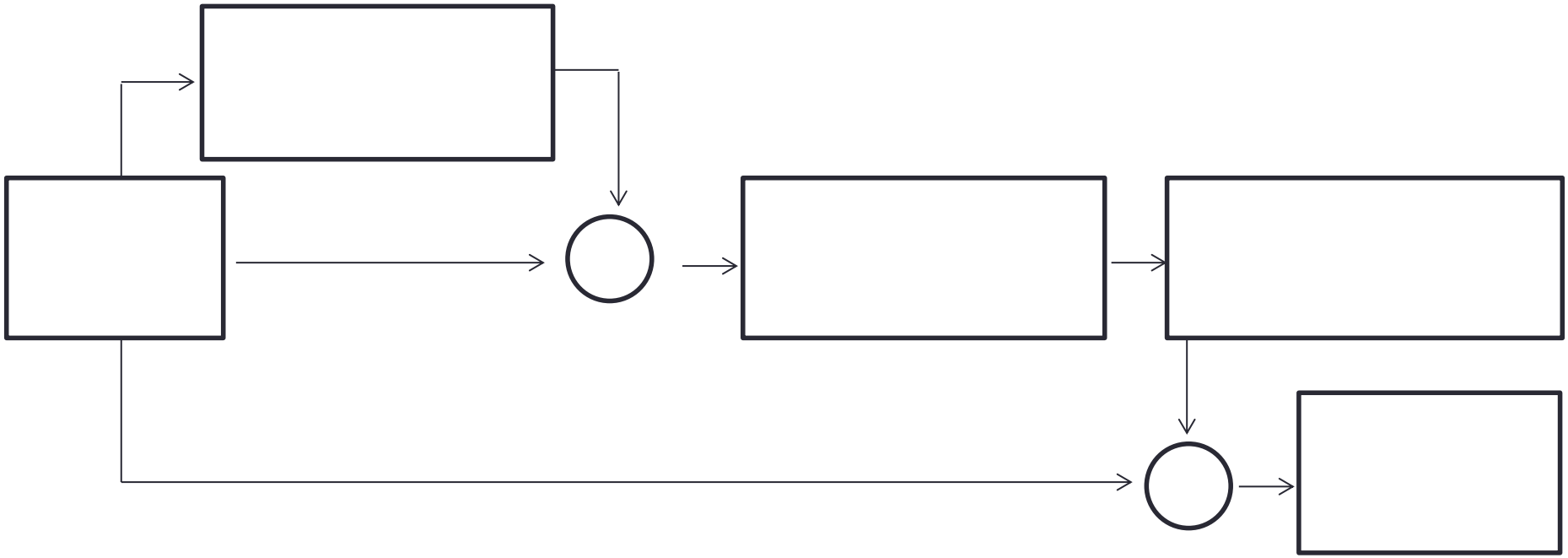
高周波成分を強調することを目的とした　　フィルタである.
画像の鮮鋭化の手段として最も頻繁に使われている. 本質的には　　フィルタと同じである。

原画像

強調画像（鮮鋭化画像）

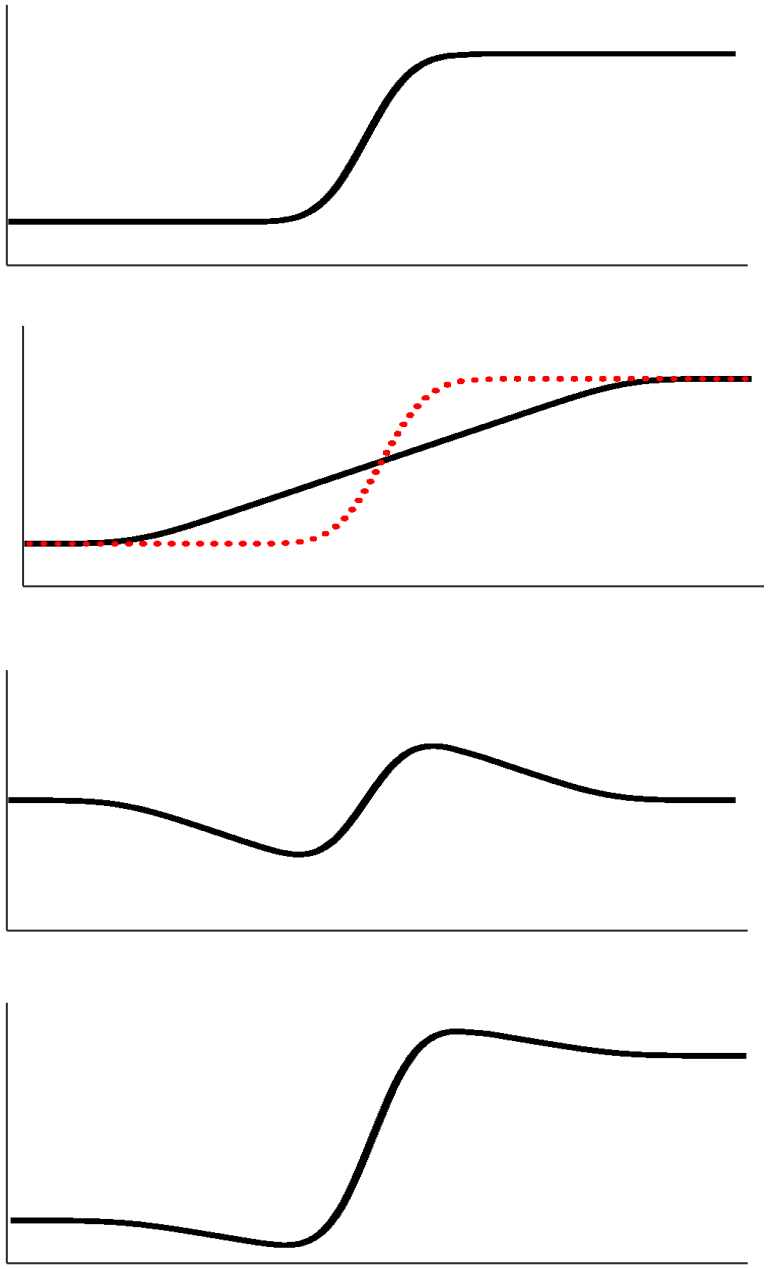
アンシャープマスク処理

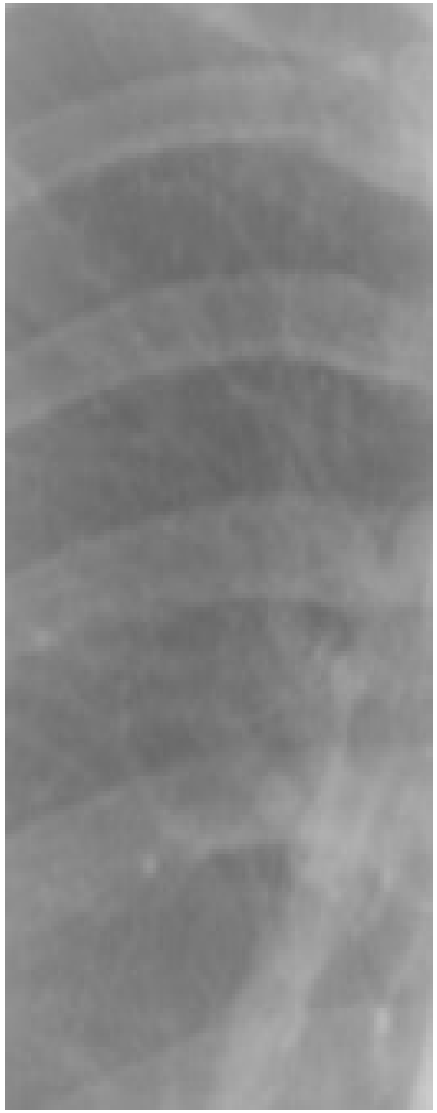
注目画素を含む局所領域（Mask）の平均画素値$f_{ave}(x, y)$とオリジナル画像の画素値$f(x, y)$の差に重み係数wを積算して，それをオリジナル画像の画素値に加えた値を処理画像の画素値$g(x, y)$とする.



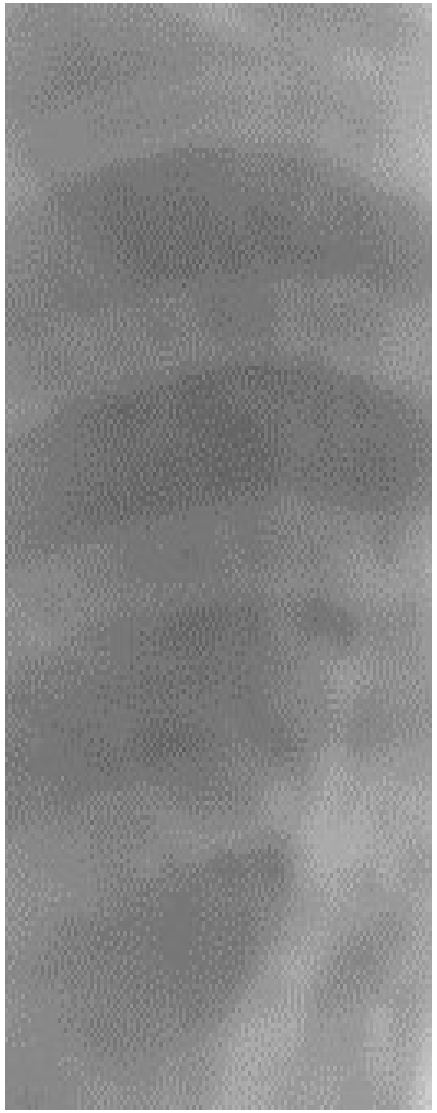
非鮮鋭マスク処理

1. ボケ画像生成：画像に　　フィルタを施し，ボケ画像（　　成分画像）を生成する
2. 差分画像生成：原画像からボケ画像を減算することにより，差分画像（　　成分画像）を生成する
3. 強調画像生成：重みをつけた差分画像を原画像に加えることで強調された画像（　　画像）を得る

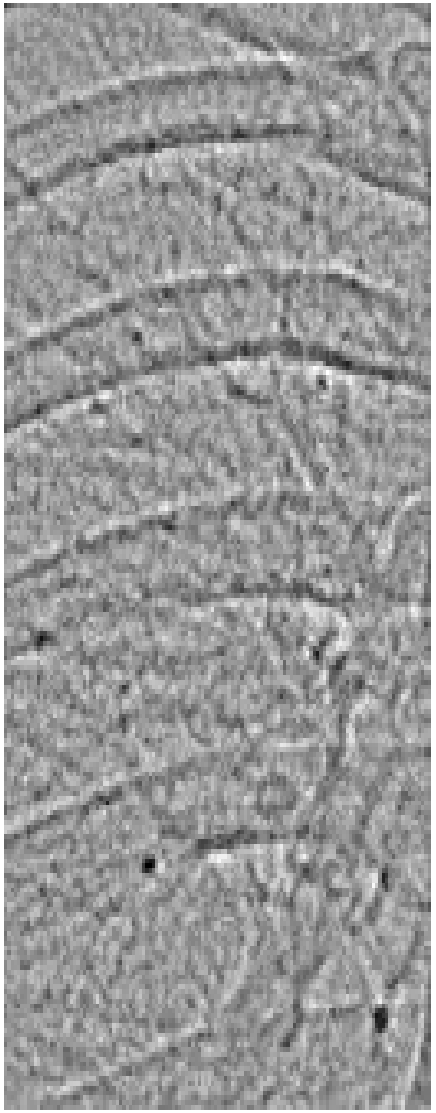




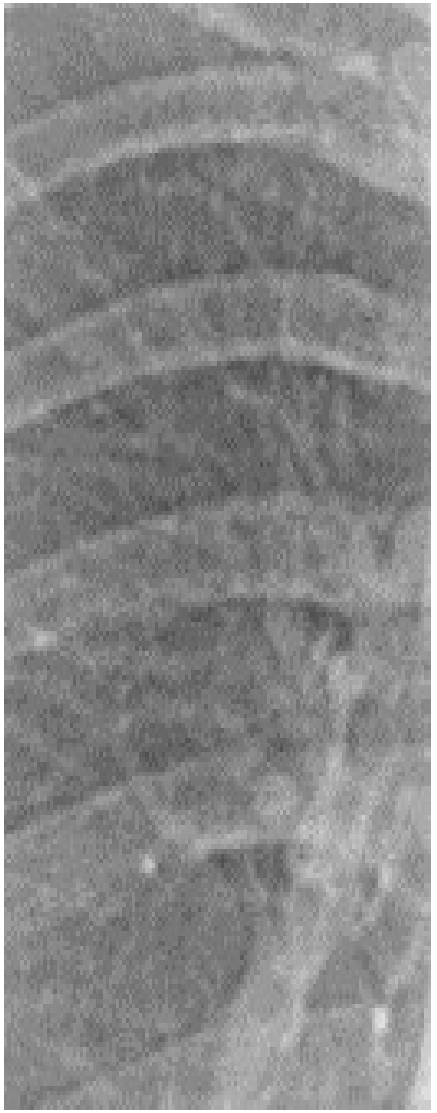
Original image
$f(x, y)$



Low-pass image
(Mean filtering)
$f_{ave}(x, y)$



High-pass image
(Original – Low-pass)
$f(x, y) - f_{ave}(x, y)$



Sharpened image
(Original +
$w \times$ High-pass)

アンシャープマスキング

$$
\begin{aligned}
G(u,v) &= F(u,v)H_{h-emph}(u,v) \\
&= F(u,v)\{1+kH_{high}(u,v)\} \\
&= F(u,v)\{1+k(1-H_{low}(u,v))\} \\
&= F(u,v)\{(k+1)-kH_{low}(u,v)\} \\
&= (k+1)F(u,v)-kF(u,v)H_{low}(u,v)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
g(x,y) &= f(x,y)+w\{f(x,y)-f(x,y)*h_{low}(x,y)\} \\
&= (w+1)f(x,y)-wf(x,y)*h_{low}(x,y)
\end{aligned}
$$

国家試験問題

画像処理で誤っている組み合わせはどれか。

a. 加重平均　　－－　S/Nの改善

b. 高域周波数の増強　－－　輪郭の強調

c. 階調処理　　－－　コントラストの調整

d. スムージング　　－－　ノイズの増加

1. a, c, dのみ　　2. a, bのみ　　3. b, cのみ

4. dのみ　　5. a ~ dのすべて

2011年　国家試験問題

画像処理で正しいのはどれか。2つ選べ。

1. 平滑化処理は雑音を強調する
2. DR圧縮は局所的な階調処理である
3. 微分フィルタ処理は低周波領域を強調する
4. ウィンド幅を狭くするとコントラストは低下する
5. ボケマスク処理はエッジのコントラストを増大する

2009年　国家試験問題

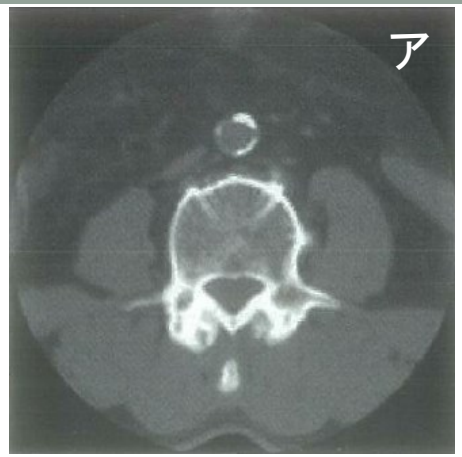
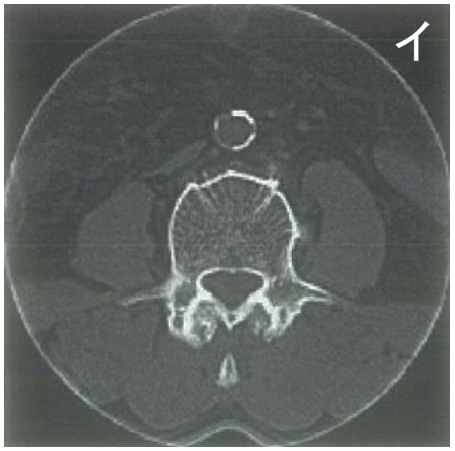
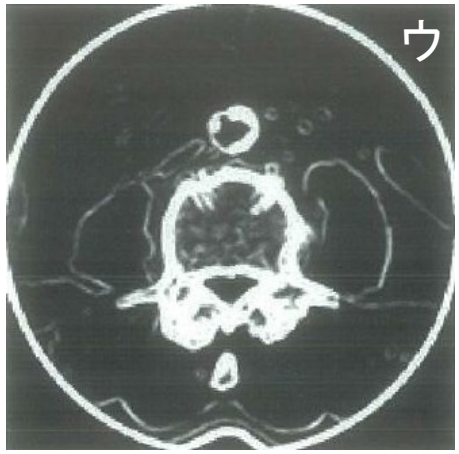
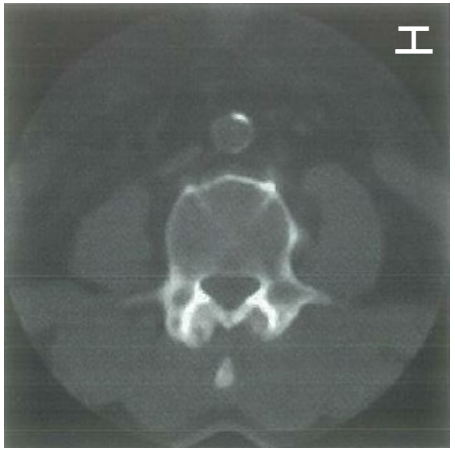
原画像（A）と次式で示される処理画像（B）を示す。

$$g(x, y) = f(x, y) + k[f(x, y) - f_s(x, y)]$$

正しいのはどれか。

ただし，$g(x, y)$ は処理画像，$f(x, y)$ は原画像，$f_s(x, y)$ は平滑化画像，kは強調係数とする。

1. ア
2. イ
3. ウ
4. エ
5. オ

A　原画像

B　処理画像