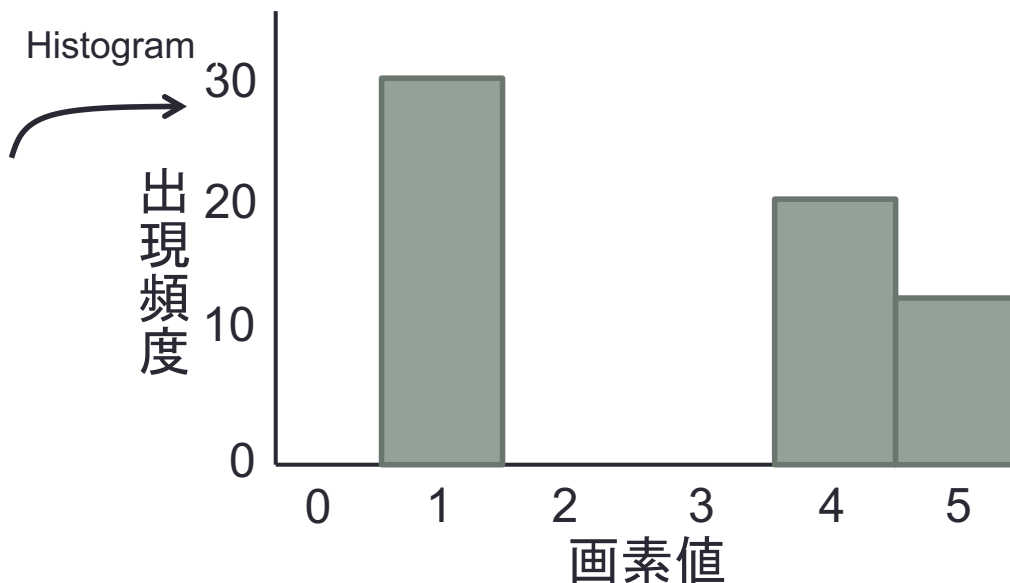


デジタル画像処理

- 濃度変換; 階調処理
- 2値化処理; しきい値処理
- フィルタ処理
- 画像間演算
- データ圧縮
- 三次元表示

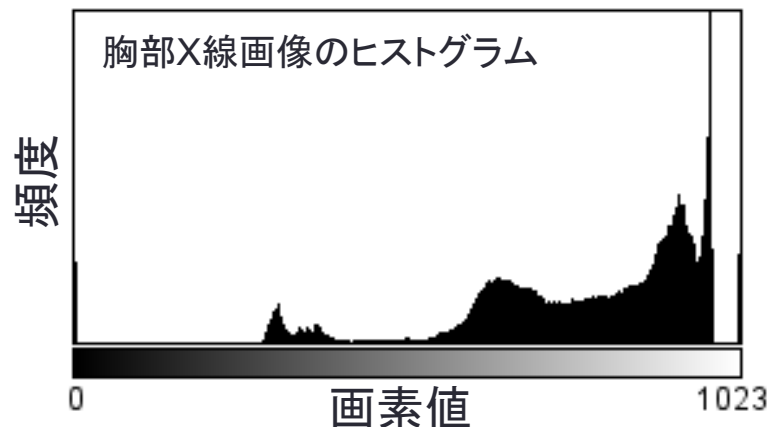
画像全体で同じ濃度値を持つ画素数を求め、グラフ化したものを濃度ヒストグラムあるいは単にヒストグラム(histogram)という。横軸は濃淡値(画素値)、縦軸にその出現頻度(画素数)をとる。

5	5	5	1	1	1	4	4	4
5	5	5	1	1	1	4	4	4
5	5	5	1	1	1	4	4	4
5	5	5	1	1	1	4	4	4
1	1	1	4	4	4	1	1	1
1	1	1	4	4	4	1	1	1
1	1	1	4	4	4	1	1	1



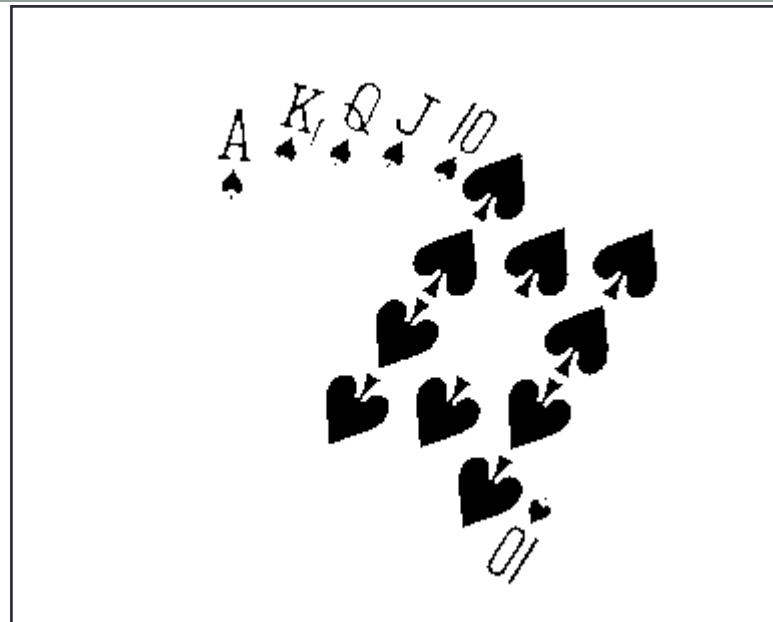
ヒストグラムの利用法

- (1) _____ のための判断材料
- (2) 2値化処理の _____ の決定
- (3) 対象物体の面積や体積の計算

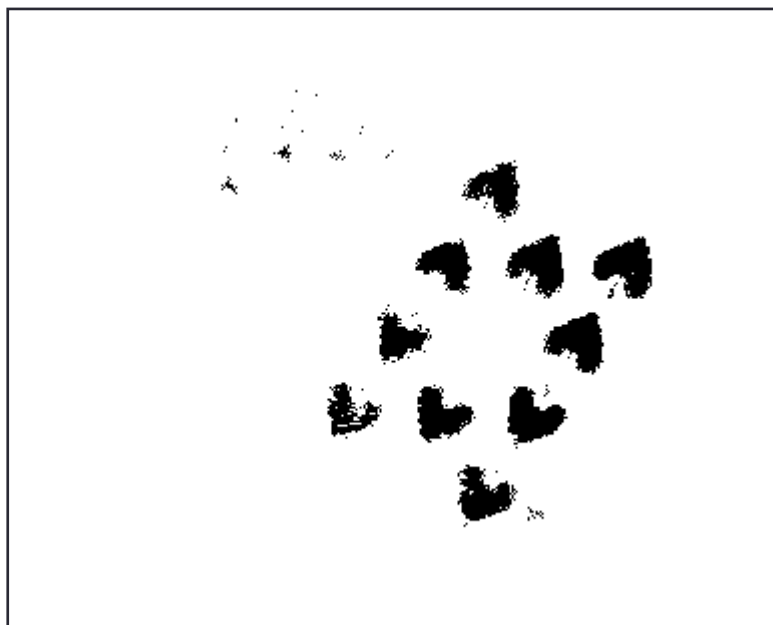




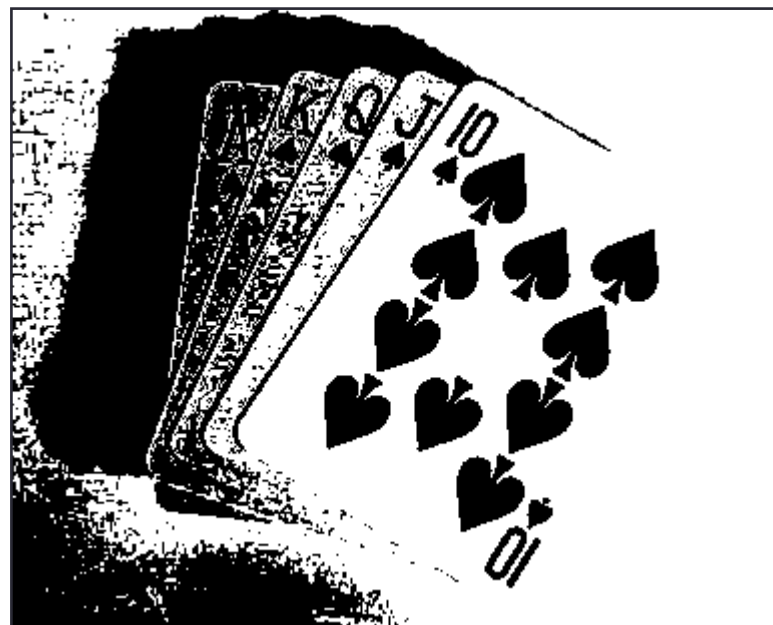
Original Image



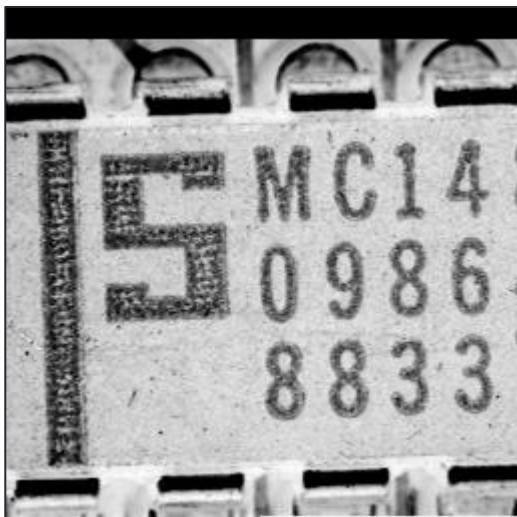
Thresholded Image



Threshold Too Low



Threshold Too High

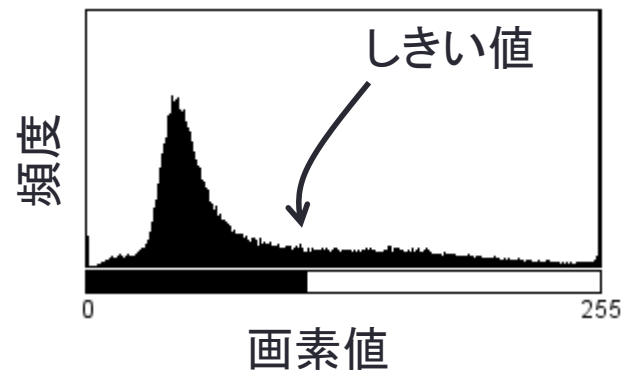


原画像



処理画像

2値化処理は、背景と対象を分割するために使う。



2値化のためのしきい値の決定法

✓ 固定しきい値法 →

✓ _____

✓ _____

✓ _____

✓ 微分ヒストグラム法

経験的に決定したしきい値 T を境目にして、画素値を0か1に変換する処理

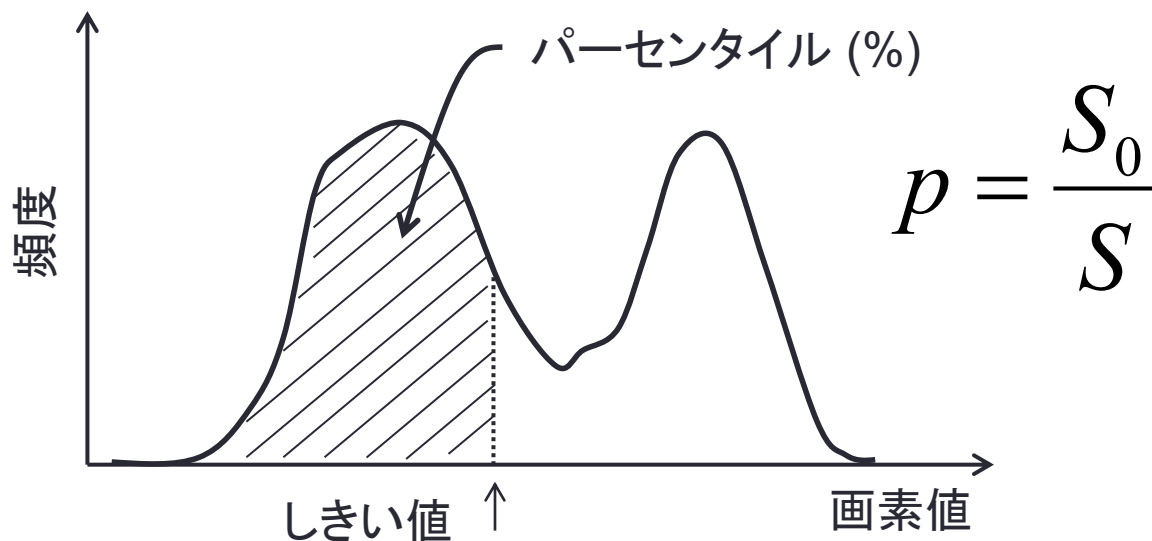
$$g(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } f(x, y) \geq T \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

$f(x, y)$: 入力画像 (原画像)

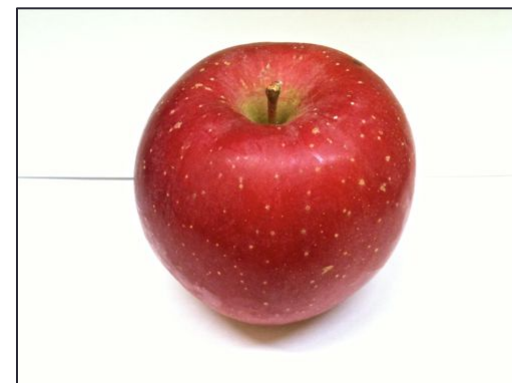
$g(x, y)$: 出力画像 (処理画像)

p タイル法 → _____ Method

本や新聞に書かれた文字を認識するような場合では、一定の面積の中での背景の占める面積と文字の占める面積との比率 p はだいたい決まっていると考えられます。そこで、画像全体の面積を S 、対象図形の面積を S_0 とし画像全体に対する対象図形の面積の比率 p を求める。この方法を p タイル法と言う。

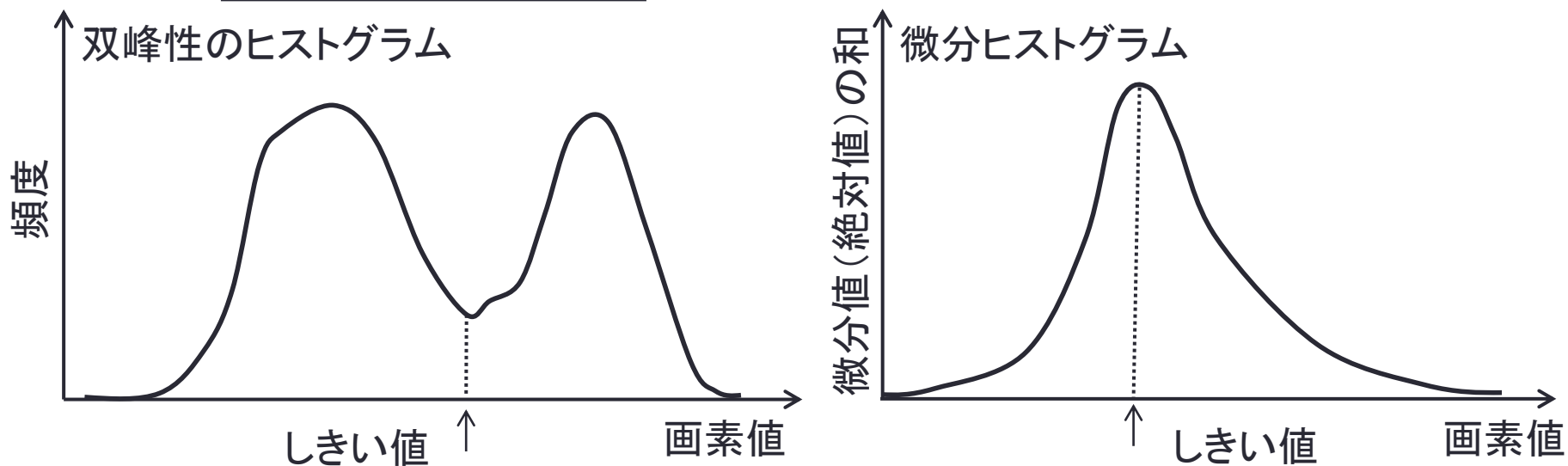


対象物の面積比率があらかじめ分かっている場合に有効な方法



モード法

濃度ヒストグラムにおいて、画像の対象物と背景のそれぞれに対応する二つの山(双峰性があるとき)ができる場合、
の位置をしきい値とする方法.



微分ヒストグラム法

対象と背景の境界では濃度差(微分値)が大きいことを使用する方法. 全画素について微分値の絶対値を求め、微分ヒストグラムを作り、 $\frac{1}{2}$ の画素値をしきい値とする.

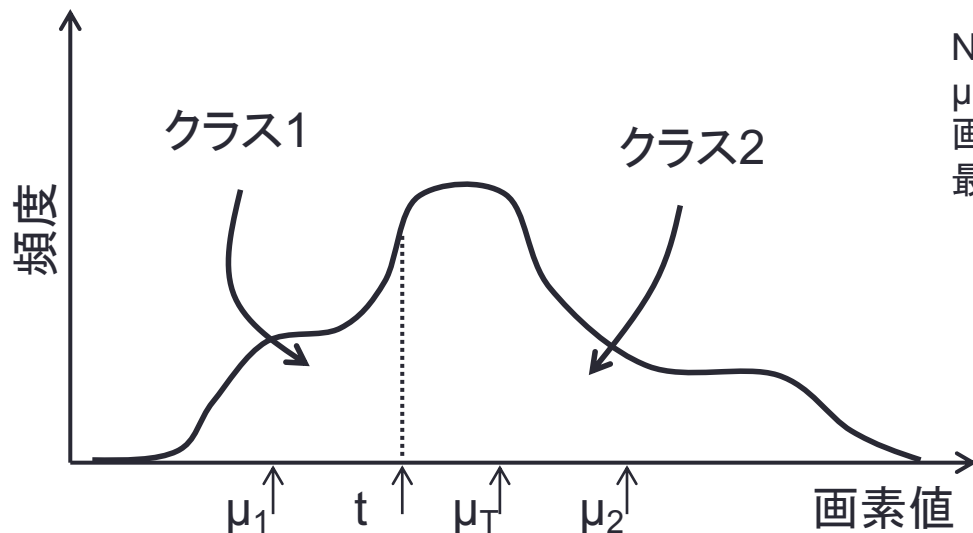
判別分析法

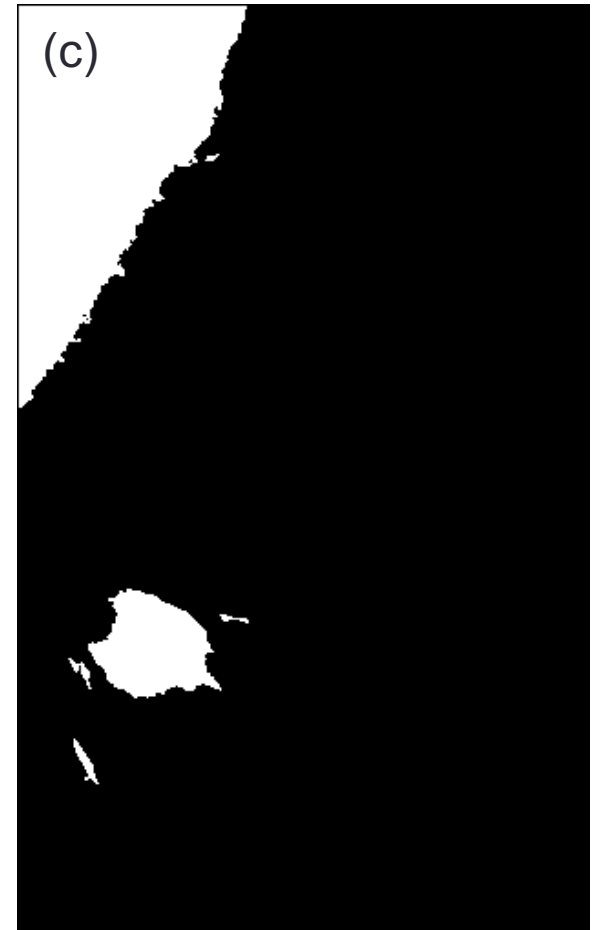
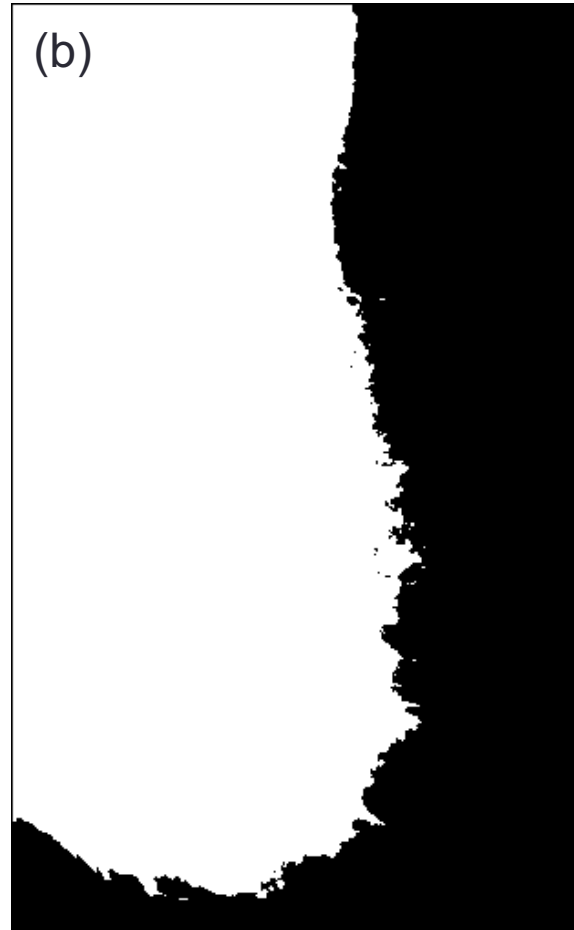
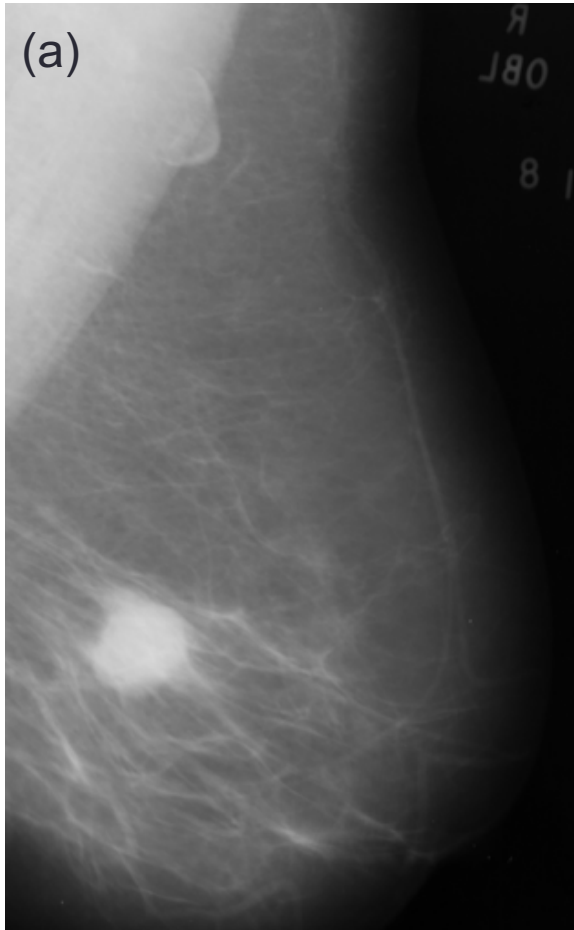
ヒストグラムにおいて、あるしきい値 t で2つのクラスに分割し、2つの _____ が最も良くなるようにパラメータ t を決める方法。2値化したとき、背景と対象のそれぞれの領域に関するクラス内分散とクラス間分散の分散比が最大 (=クラス間分散が最大) になるようにしきい値を決定します。

$$\sigma_B^2(t) = \frac{1}{N} \left\{ \sum_{i=0}^{t-1} n_i (\mu_1 - \mu_T)^2 + \sum_{i=t}^{L-1} n_i (\mu_2 - \mu_T)^2 \right\}$$

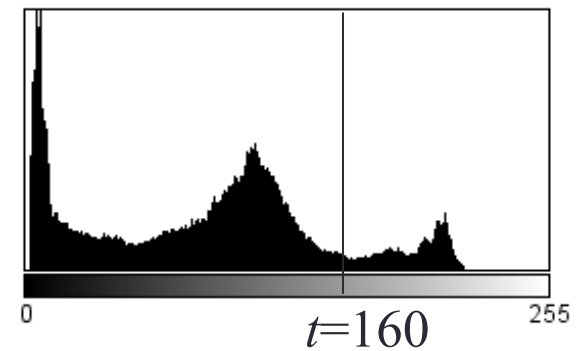
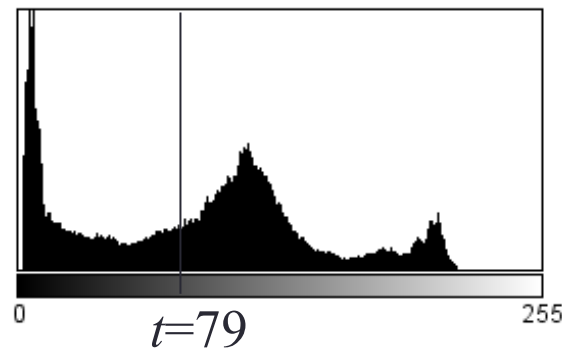
N は全画素数, n_i は画素値 i の画素数, L は階調数, μ_1, μ_2 は分割された2つのクラスのそれぞれの平均画素値, μ_T は画像全体の平均画素値である。 σ_B が最大となる t を求める。

この方法は、ヒストグラムに山や谷が見られない場合でもしきい値を自動的に決定することができます。また、 _____ に自動的にしきい値を求めることができます。



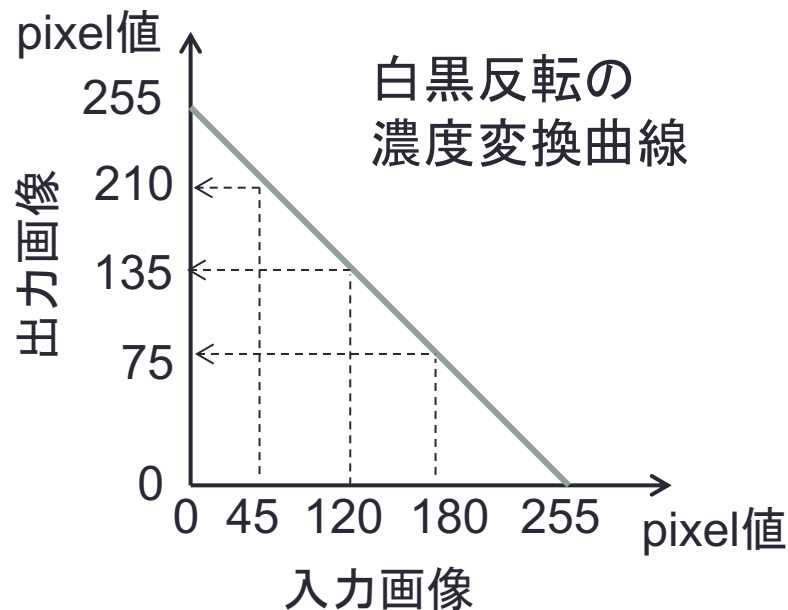


乳房X線画像の2値化例
 (a) 原画像,
 (b) 判別分析法
 (c) 固定しきい値法

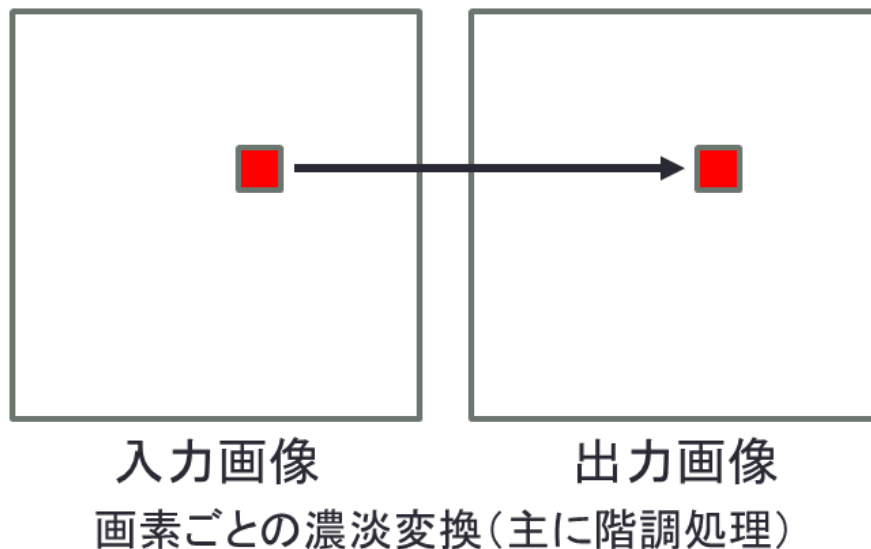


濃度変換(階調処理)

階調処理は _____ の改善を目的として行われることが多い。線形変換と非線形変換があり、線形変換は濃度変換曲線が直線で表され、非線形変換は2次式や対数関数で表される。濃度変換曲線は _____ とも呼ばれる。

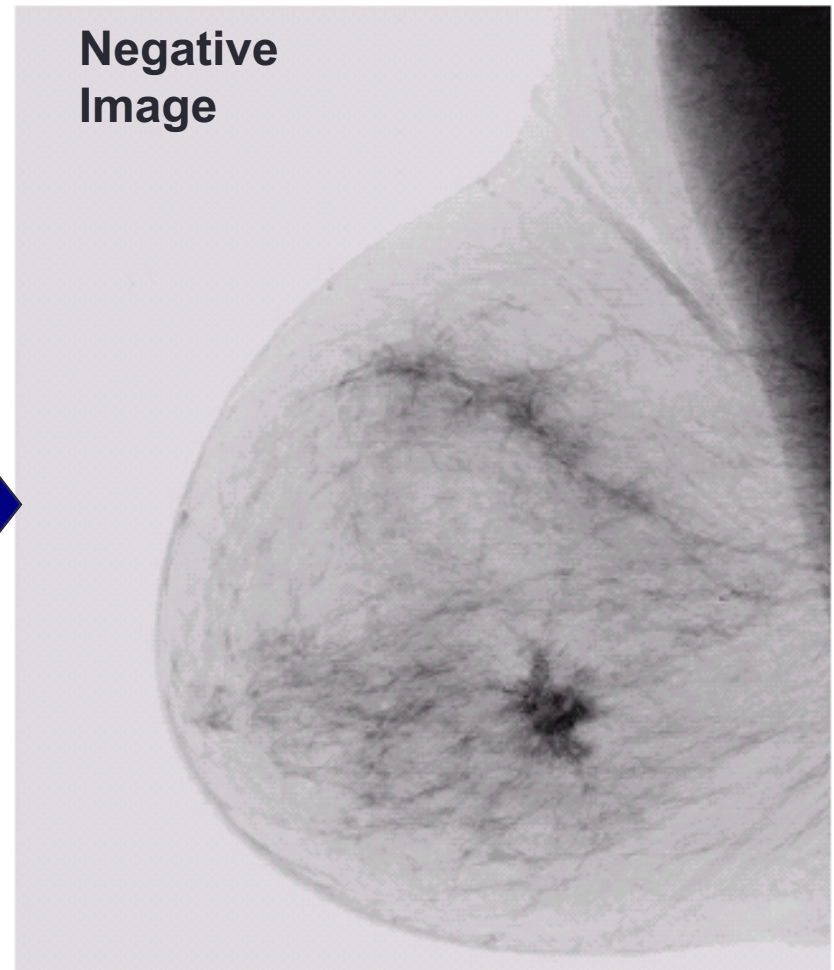


入力画像の対応する画素値を用いて、出力画像の対応する画素値を計算する方法



画素ごとの処理 Point Processing

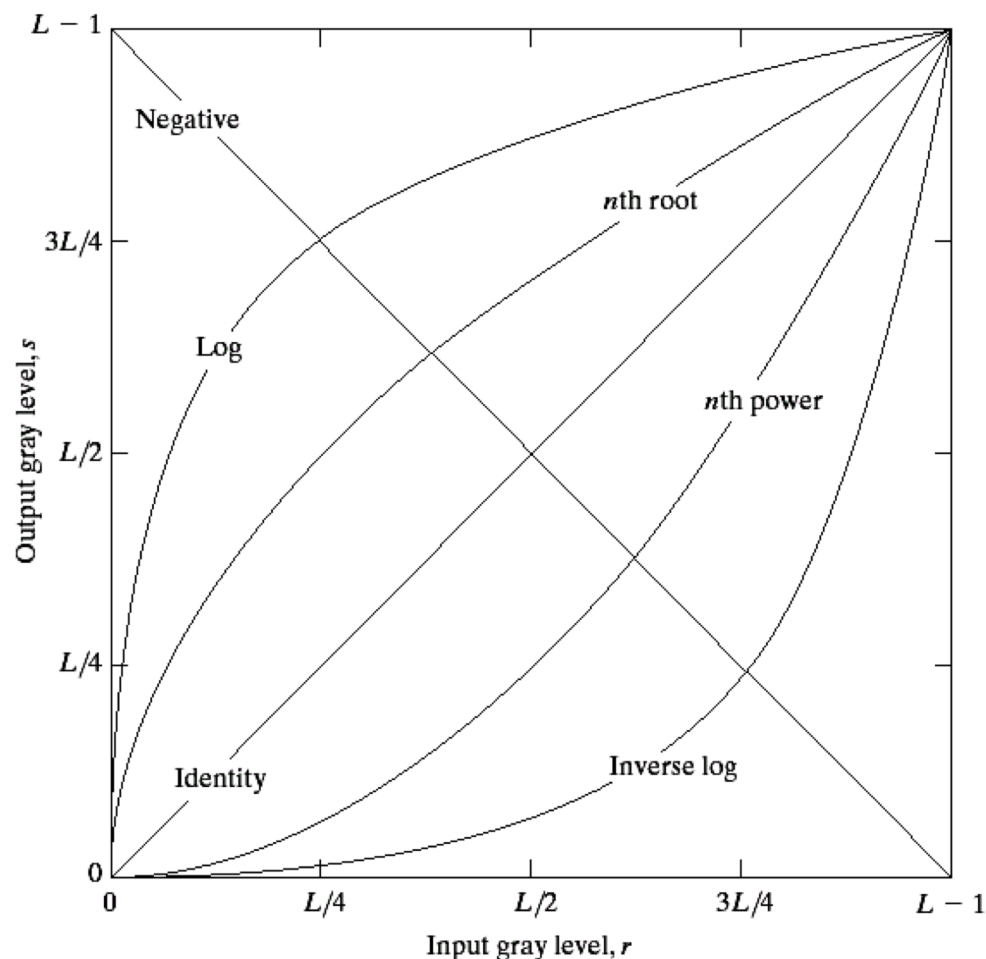
- 反転画像(negative image)は黒い領域に埋もれている白や灰色を強調するのに有用である.



基本的な濃度変換曲線

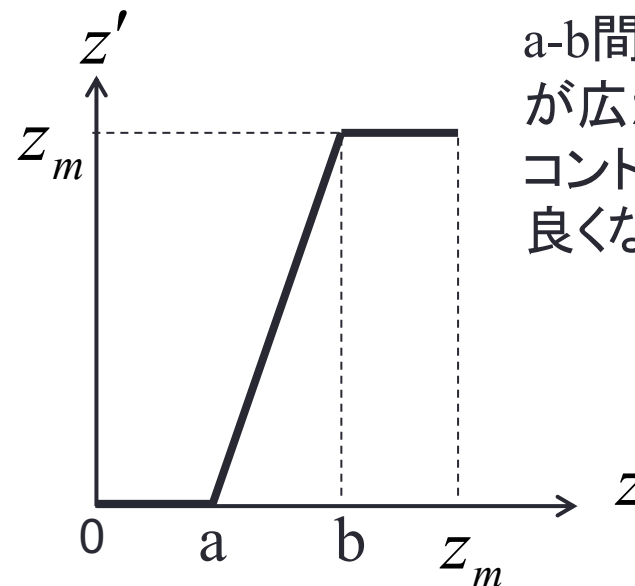
- 濃度変換曲線にはたくさん種類があります
- 基本かつ代表的なものは以下の3つ

- Linear (線形)
 - Negative/Identity
- Logarithmic (対数)
 - Log/Inverse log
- Power law (べき乗)
 - n^{th} power/ n^{th} root

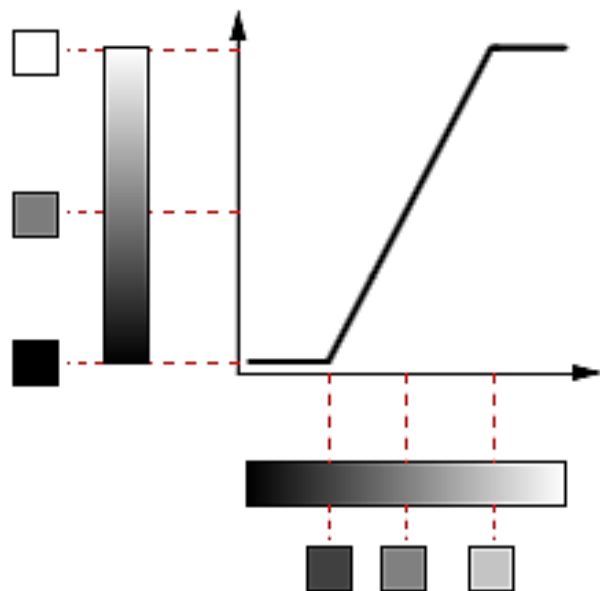


線形な濃度変換の変換曲線

$$z' = \begin{cases} 0 & (0 \leq z \leq a) \\ z_m \frac{z-a}{b-a} & (a \leq z \leq b) \\ z_m & (b \leq z \leq z_m) \end{cases}$$



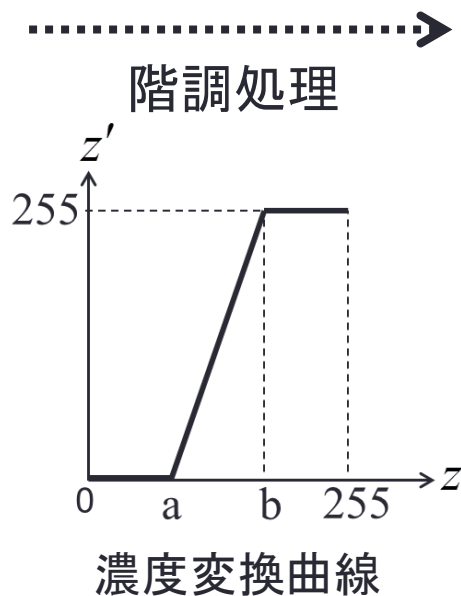
a-b間の濃淡差
が広がることで
コントラストが
良くなる！



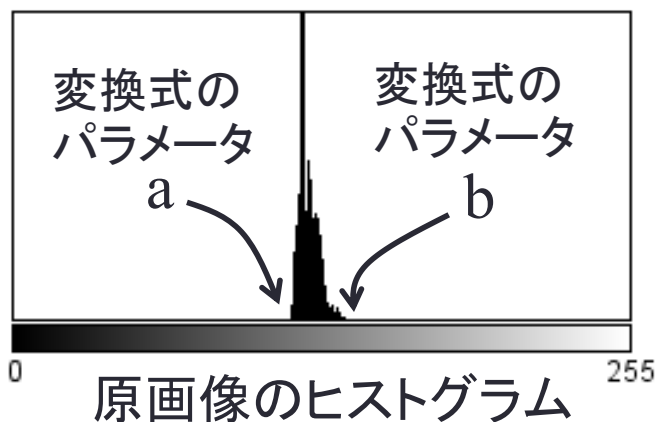
濃淡の差が小さい 濃淡の差が大きい



原画像

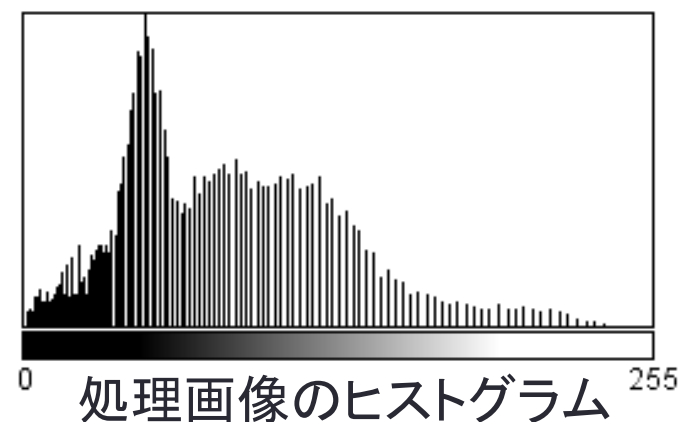


処理画像

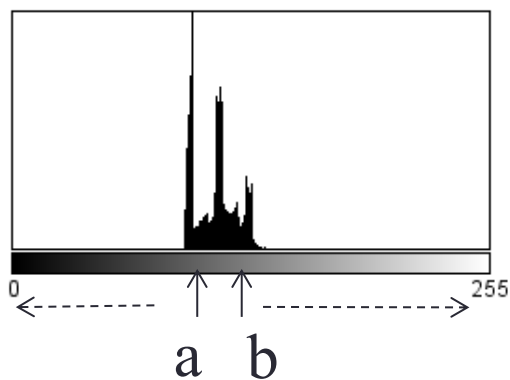
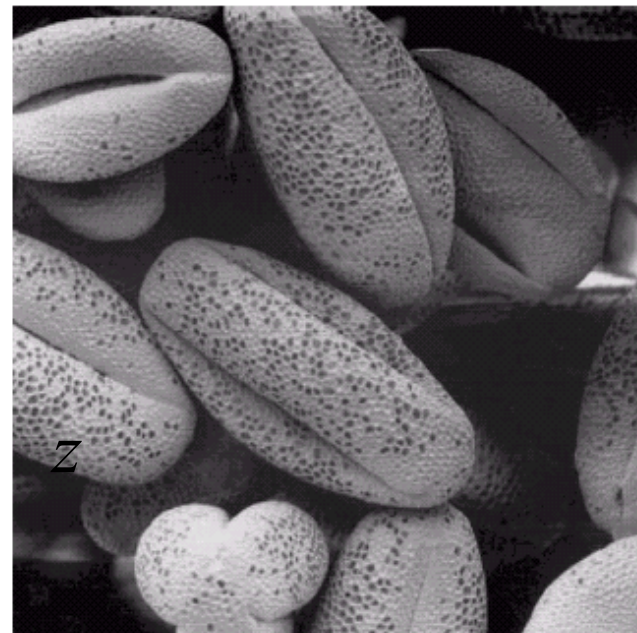
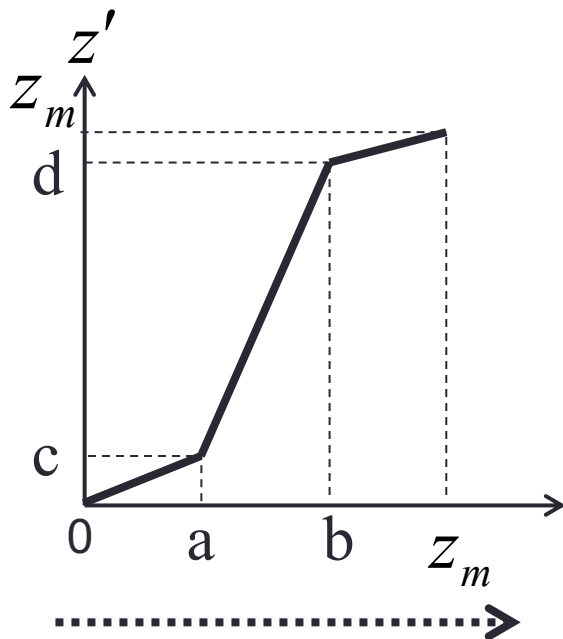
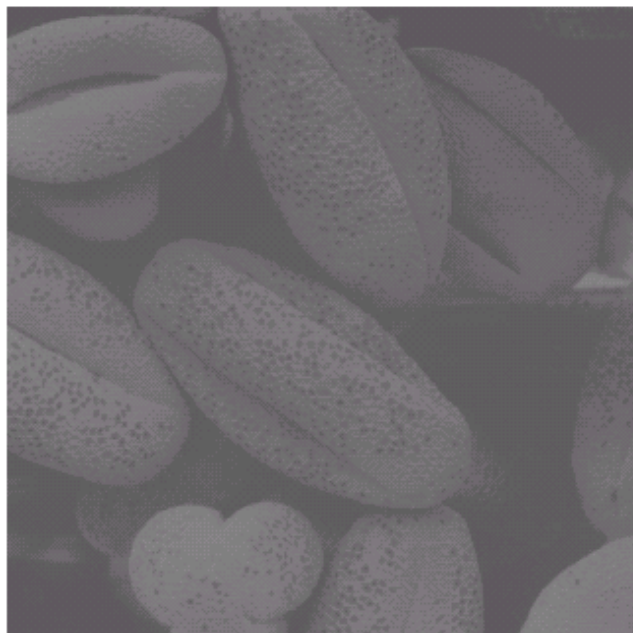


.....→

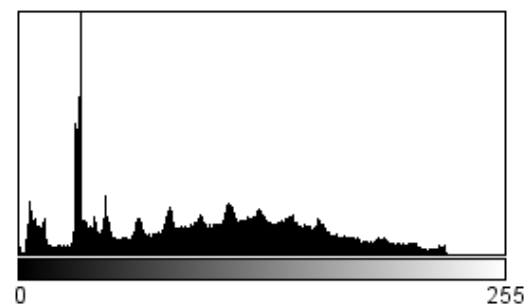
a-b間の濃淡差が
大きくなることで
コントラストが良
くなった.



区分線形変換 piecewise linear transform

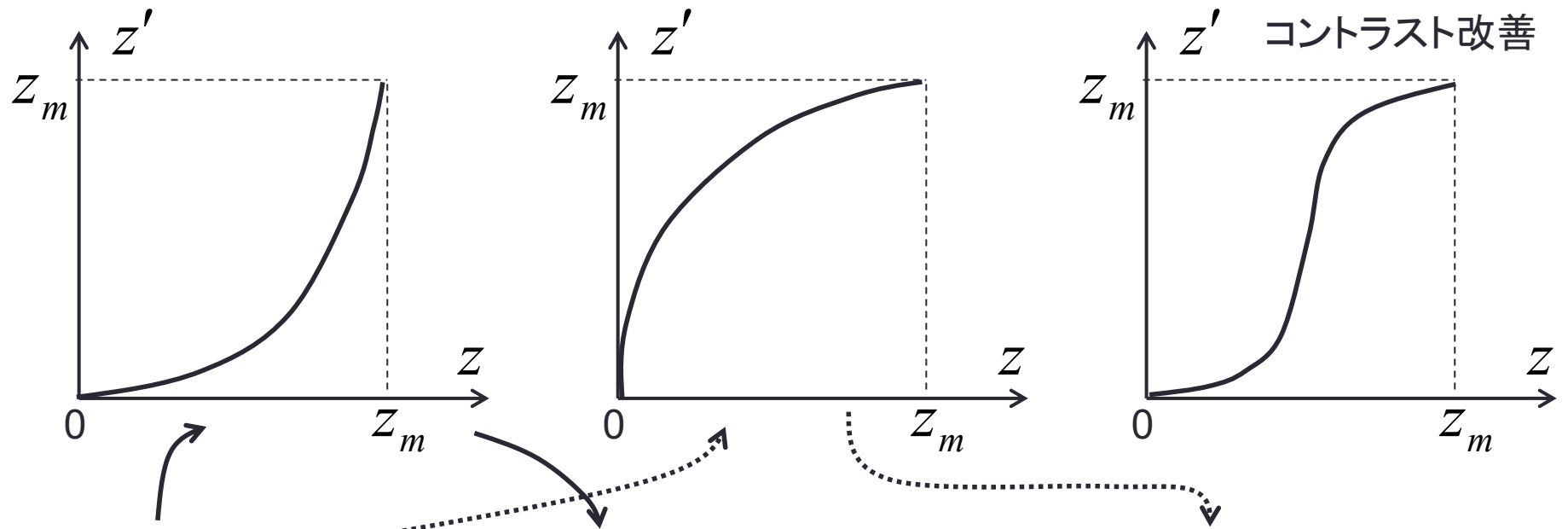


$$z' = \begin{cases} \frac{z}{a}c & (0 \leq z \leq a) \\ \frac{z-a}{b-a}(d-c)+c & (a \leq z \leq b) \\ \frac{z-b}{z_m-b}(z_m-d)+d & (b \leq z \leq z_m) \end{cases}$$



最端が0 or 255にならないので自然な画像になる

非線形な濃度変換の変換曲線



原画像



処理画像A



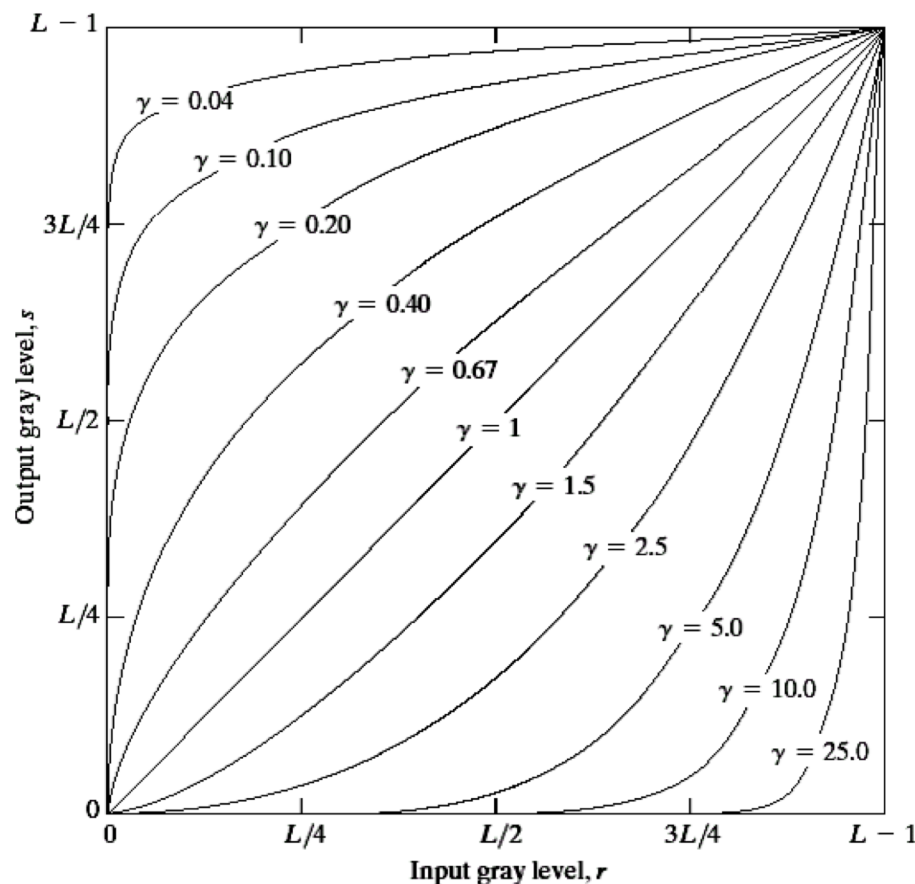
処理画像B

Power Law Transformations

- Power law transformations の式は以下のようなになる

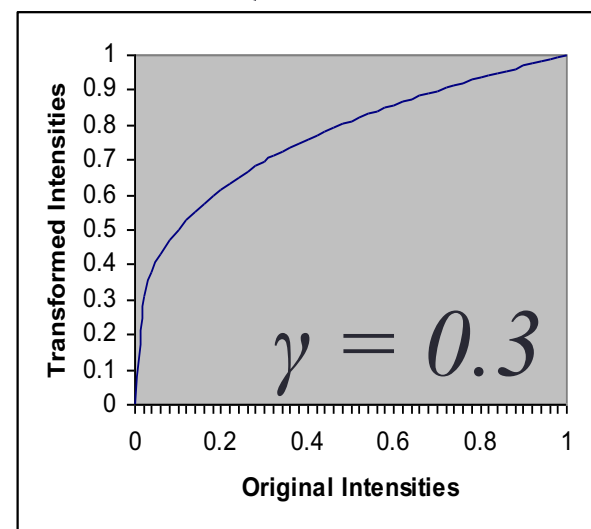
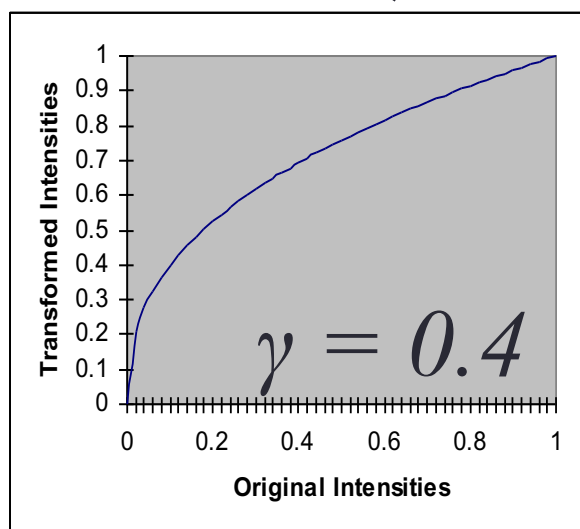
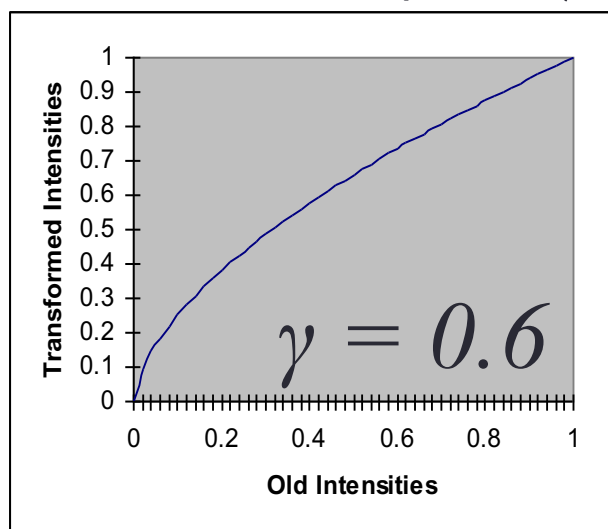
$$S = C * r^\gamma$$

- $\gamma < 1$ において, 入力での狭い範囲の黒は, 出力では広い範囲に拡張される. $\gamma > 1$ では逆に作用する.
- γ を変えることで様々なタイプの濃度変換を実現できる



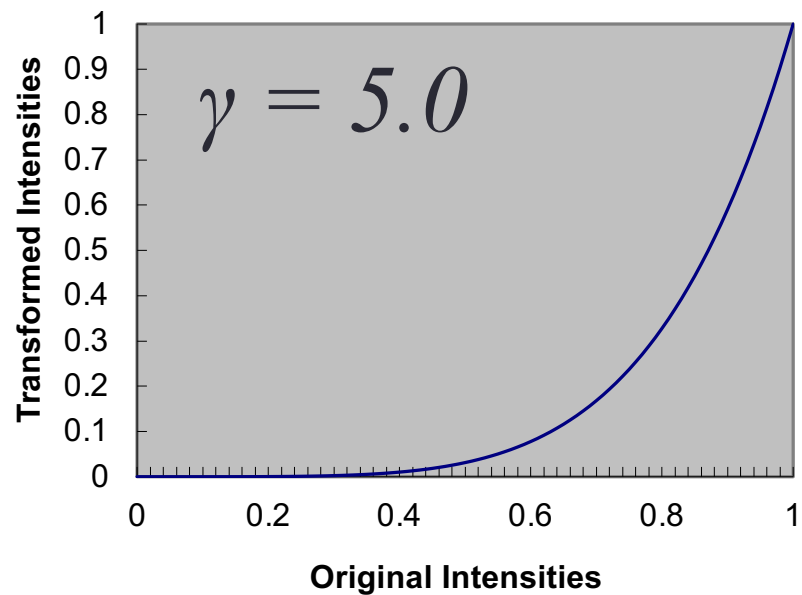


Original MR image of
a fractured human spine





Original image



$\gamma = 3.0$

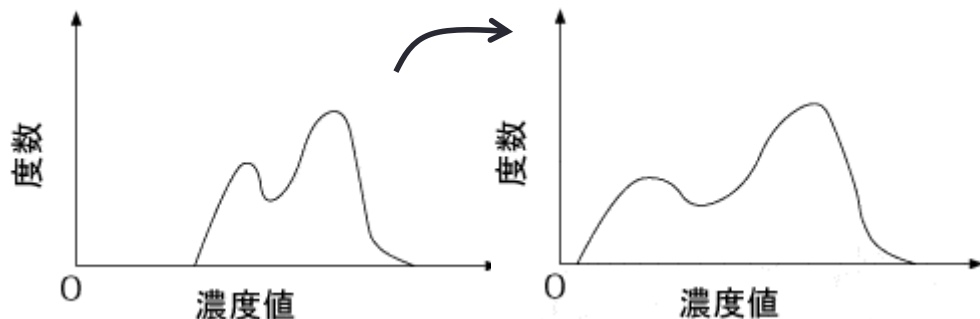


$\gamma = 4.0$

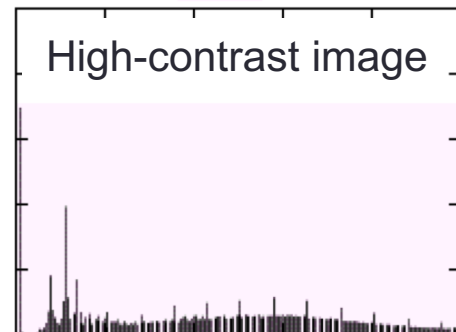
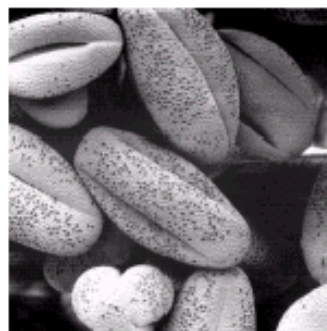
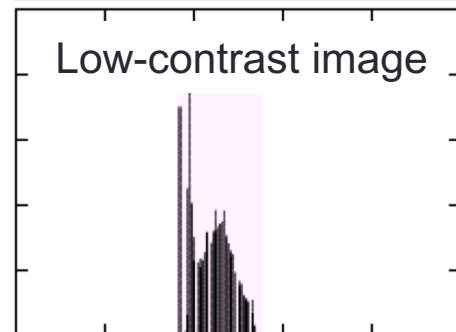
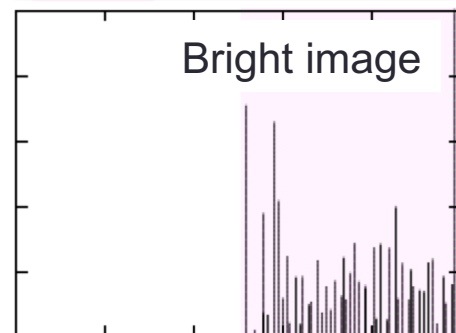
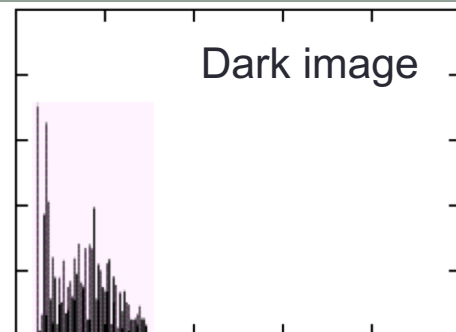
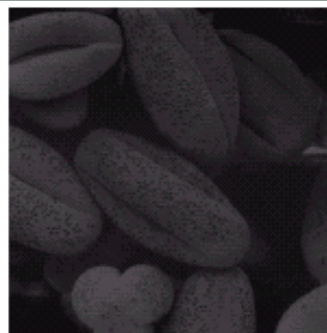
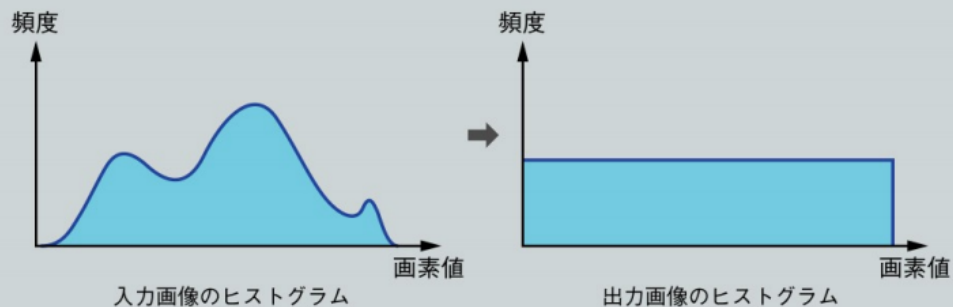


$\gamma = 5.0$

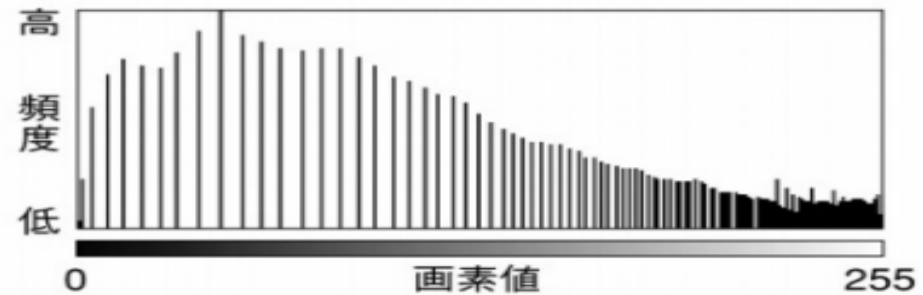
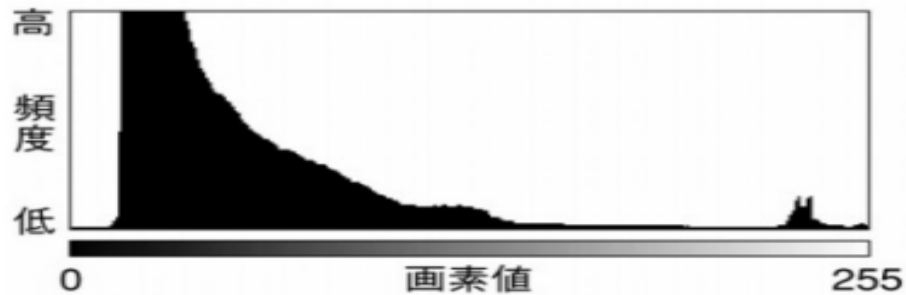
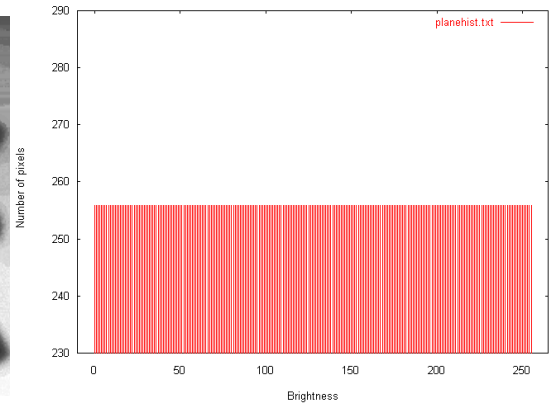
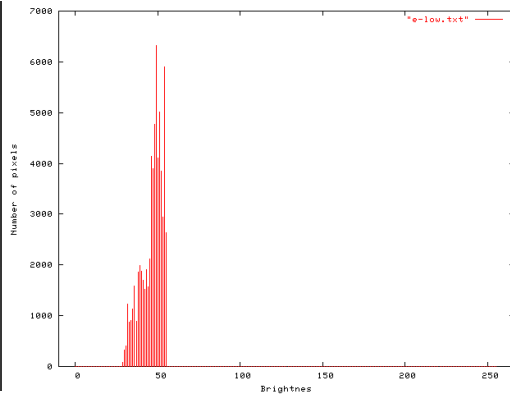
すべての濃度値を使うことによって、画像の明暗がわかりやすくなる。このようにヒストグラムを伸ばす処理を_____とよぶ。線形な濃度変換式による処理はこの処理に当たる。



すべての濃度値を使うことに加えて各濃度値における出現頻度のムラをなくすことで、画像のコントラストがより高くなる。このような階調処理は_____といわれる。濃度変換式を用いないで専用のアルゴリズムを用いる。



ヒストグラム平坦化の効果

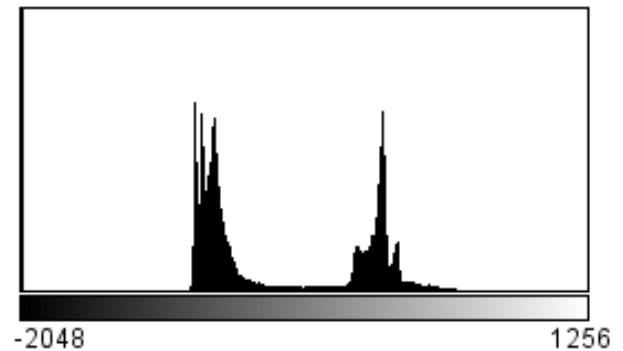
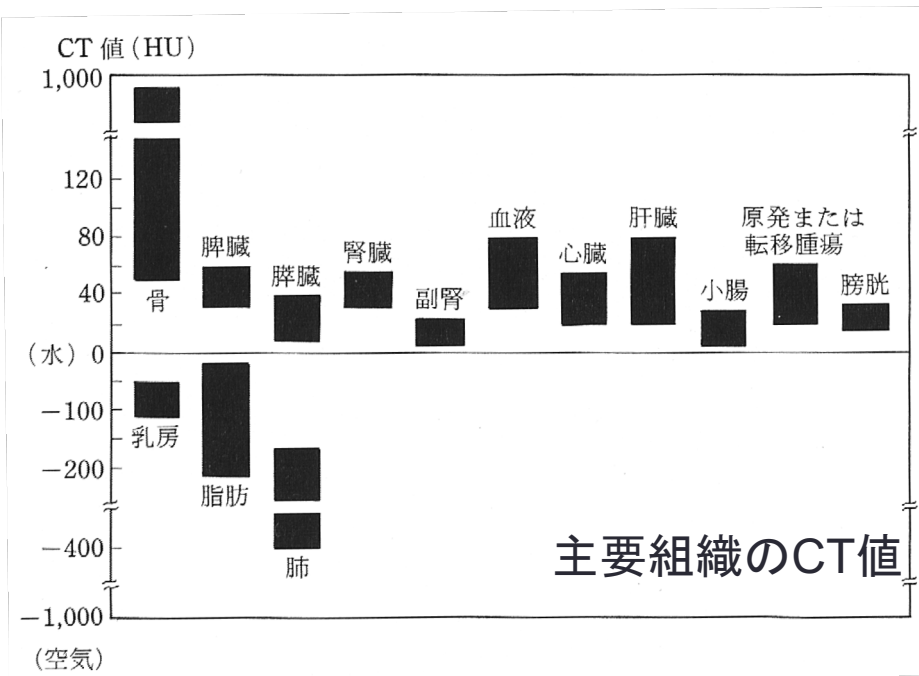
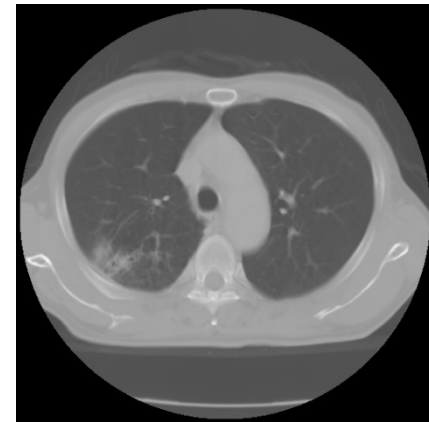


ウィンドウイング Windowing

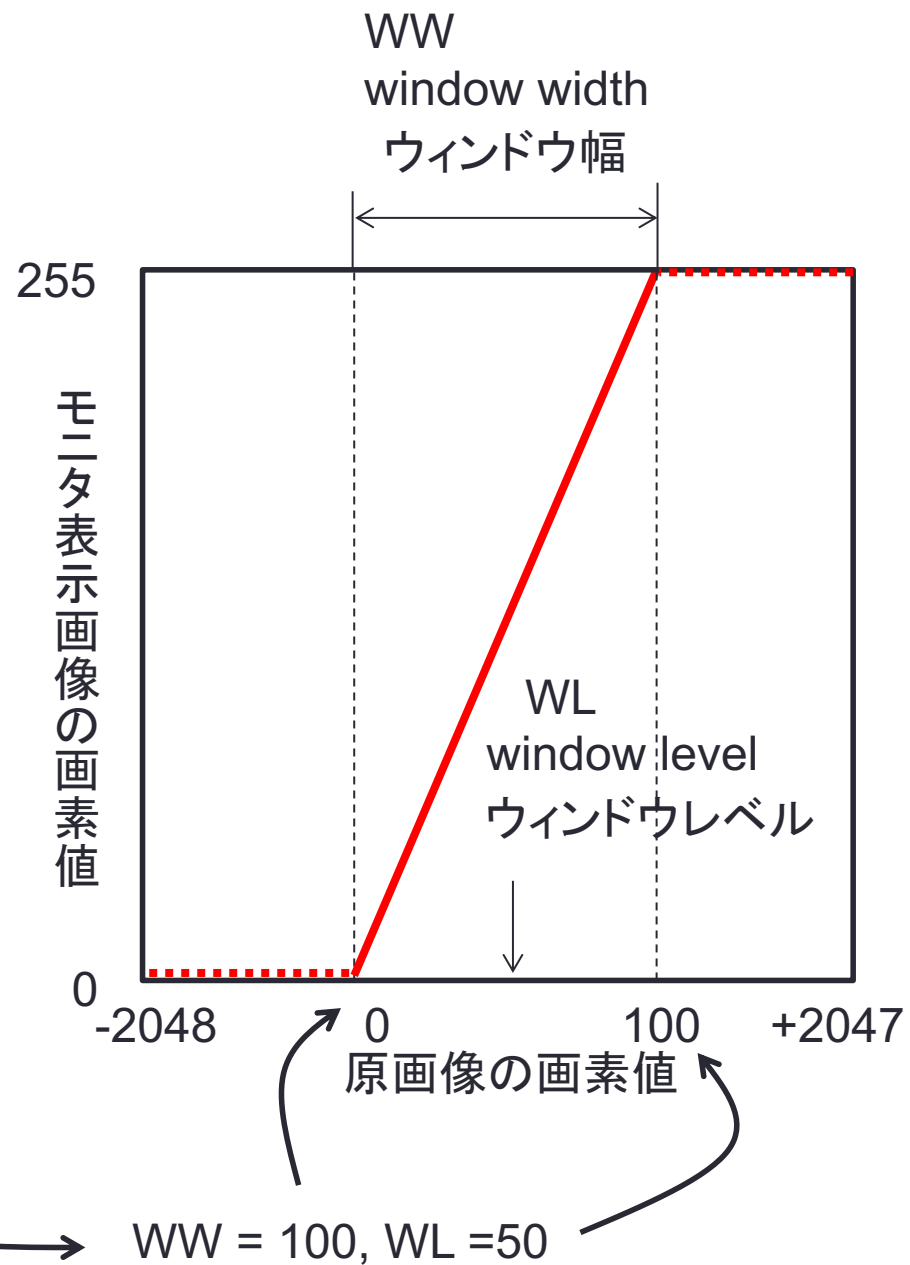
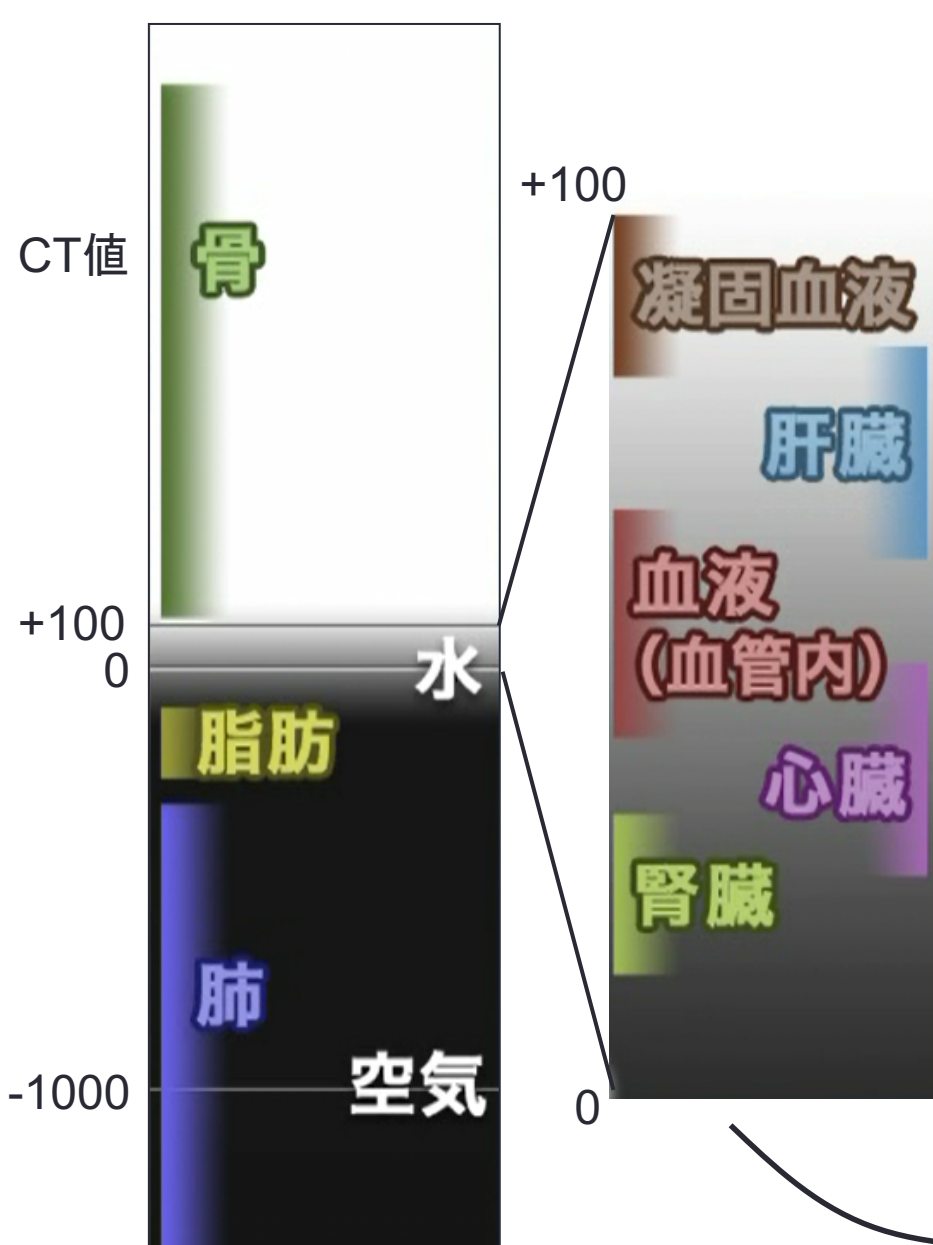
医用画像のダイナミックレンジは広いので、画素値範囲のすべてを表示するとコントラストの悪い画像になってしまう。あるいは、診断に必要な特定部位が見にくくなってしまふ。そこで、ある特定の画素値の範囲を、ディスプレイが表示できる最大の階調数に拡張して表示を行う。この処理をウィンドウイングという。ウィンドウイングによって関心領域のコントラストのみが強調される。

ウィンドウの大きさ: ウィンドウ幅 _____

ウィンドウの中心値: ウィンドウレベル _____



胸部CT画像とそのヒストグラム





WL : 40, WW : 400

縦隔条件



WL : -600, WW : 1600

肺野条件

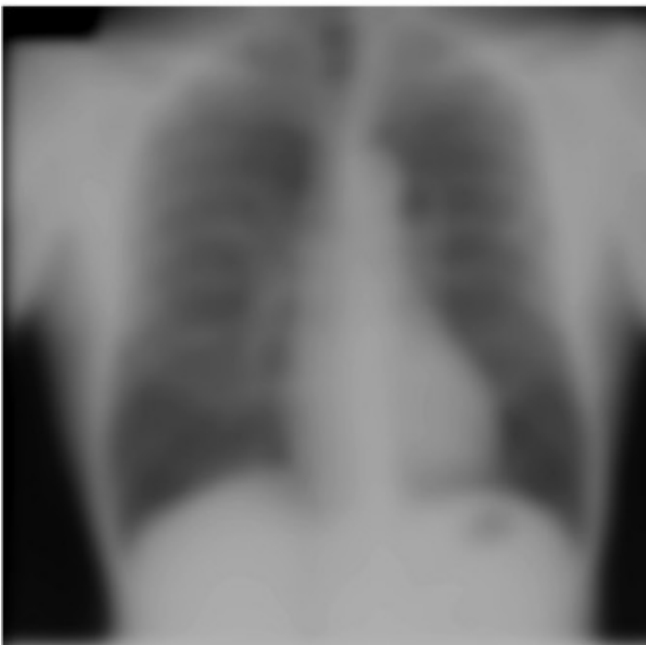
原画像



処理画像A



処理画像B



処理画像C



2013年(平成25年) 国家試験問題

階調処理で正しいのはどれか。2つ選べ。

1. 階調処理によってMTFは変化する。
2. LUTを用いて原画像の反転ができる。
3. 入出力特性から出力画像のコントラストを直接判断できる。
4. 8 bit階調の画像は12 bit階調の画像より濃度分解能が優れている。
5. 画像をモニタに表示する際に用いる階調処理がウィンドウ処理である。

200X年 国家試験問題

以下の設問で誤っているのはどれか。

1. 12ビットデータは2バイトで格納できる
2. 2進数で1111は16進数でFFである
3. 2バイトデータで上位バイトを大きな番地に格納することをリトルエンディアン方式という
4. 一般に画像ファイルはヘッダーとバイナリ形式の画像データからなる
5. 256階調を持つ 512×512 マトリクスの画像の容量は256kバイトになる

符号なし2バイト整数が、リトルエンディアンのプラットフォームで、FE 01として格納されているとき、この値を10進数で表したものはどれか。

1. 510
2. 1016
3. 4064
4. 64770
5. 65025