

コンピュータビジョンA

第3回

2025年10月14日

峰松翼

前回の内容

- 第2章: デジタル画像の撮影
 - 画像生成の幾何学的モデル
 - 撮影パラメータ
 - 画像のデジタル化
 - カラー画像
- 第3章: 画像の性質と色空間
 - 画像の性質を表す諸量
 - 人間の視覚
 - 表色系と色空間

今回の内容

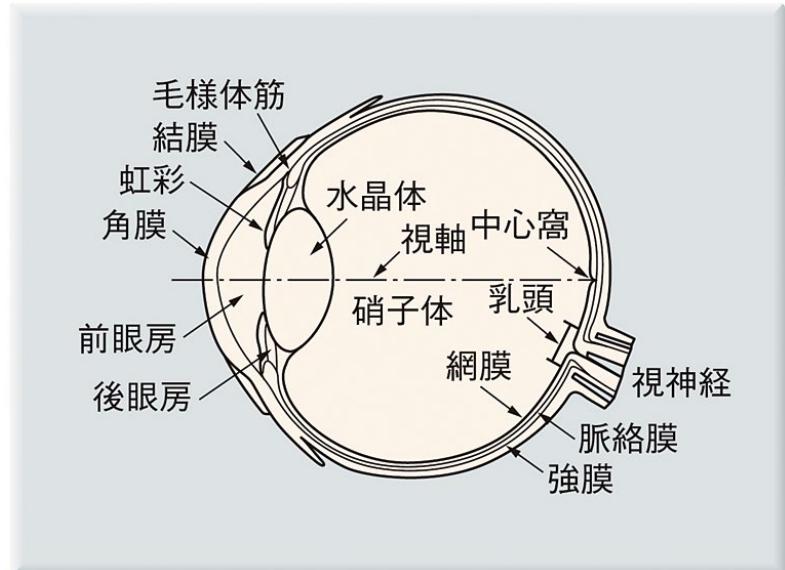
- 第3章: 画像の性質と色空間
 - 画像の性質を表す諸量
 - 人間の視覚
 - 表色系と色空間
- 第4章: 画素ごとの濃淡変換
 - 明るさ・コントラストの変換
 - 特殊な効果
 - カラー画像の変換
 - 複数の画像の利用

第3章の内容

- 画像の性質と色空間
 - 画像の性質を表す諸量
 - 人間の視覚
 - 表色系と色空間

眼球の構造

- 虹彩 (しほり)
 - 光量と被写界深度を調整
- 水晶体 (レンズ)
 - 焦点を調整
- 視細胞 (撮像素子)
 - 入射光を電気信号に変換
 - 錐体(すいたい)・桿体(かんたい)
- 中心窓
 - 注視領域からの入射光を結像

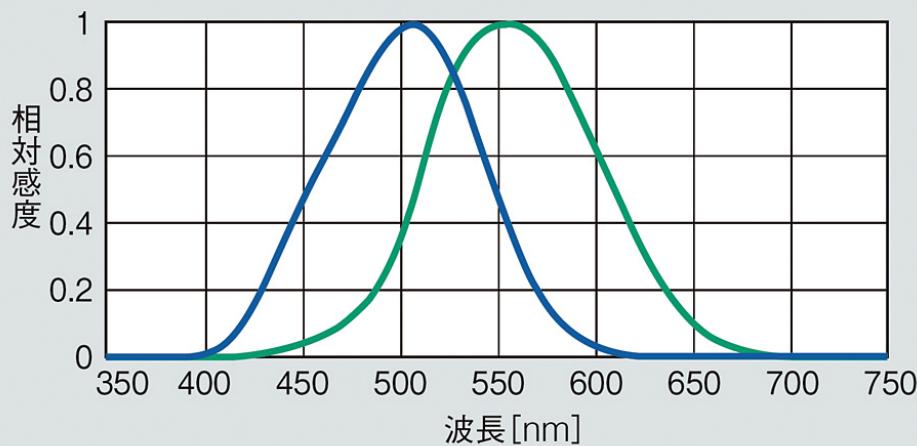
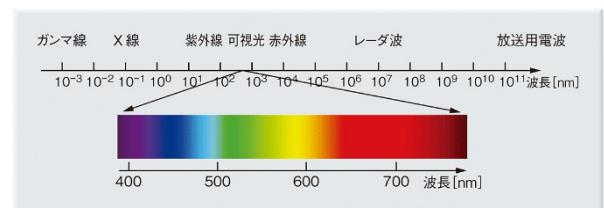


視細胞の性質

- 錐体
 - 中心窓付近に密集
 - 色を検出:
L(赤)錐体・M(緑)錐体・S(青)錐体の3種類
 - 明所視:明るい環境で働く
⇒ 暗所では色の識別は困難
- 桿体
 - 中心窓の周りに分布
 - 明るさを検出
 - 暗所視:暗い環境で働く

視感度特性

- 異なる波長に対する感度特性
 - 緑:錐体の視感度特性(明所視)
 - 青:桿体の視感度特性(暗所視)



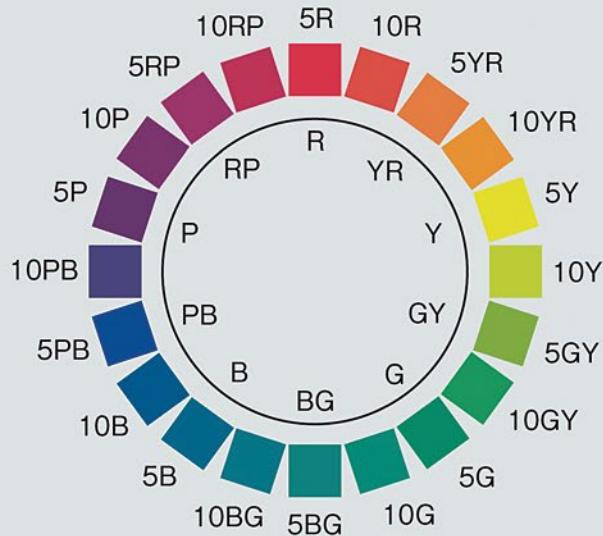
⇒ 暗い環境では赤色を識別しにくい(プルキニ工現象)

第3章の内容

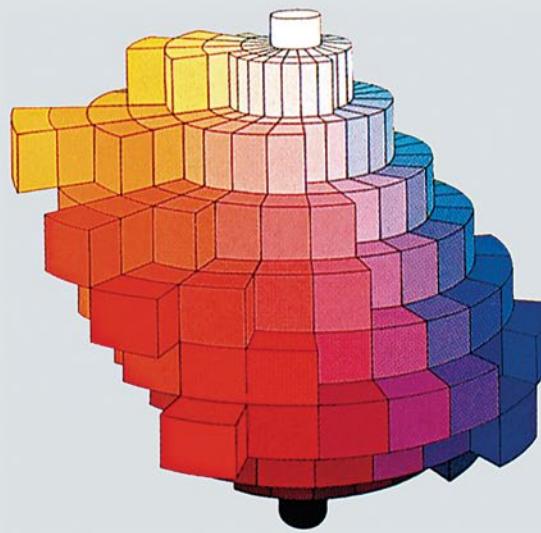
- 画像の性質と色空間
 - 画像の性質を表す諸量
 - 人間の視覚
 - 表色系と色空間

マンセル表色系

- 色相・明度・彩度
 - 心理学的な観点
 - 三属性による(定性的な)定義



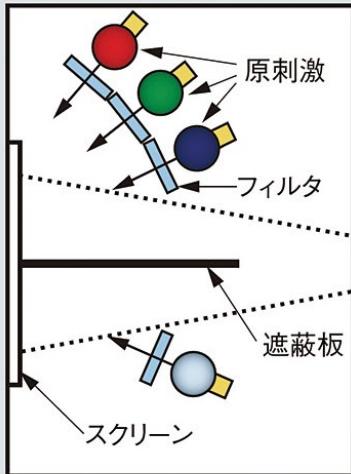
[a] マンセルの色相環



[b] マンセルの色立体 (川上元郎, 他(編)
『色彩の事典』1987 提供:朝倉書店)

CIE-RGB表色系

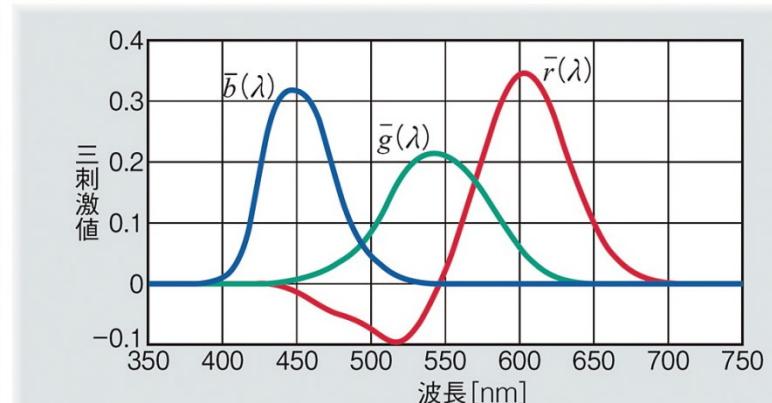
- 人間の色覚に基づいて決定
 - 等色関数：
波長 λ の光をRGB(三刺激値)に変換



$$R = \int L(\lambda) \bar{r}(\lambda) d\lambda$$

$$G = \int L(\lambda) \bar{g}(\lambda) d\lambda$$

$$B = \int L(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda$$



- カメラのRGB値とは異なる

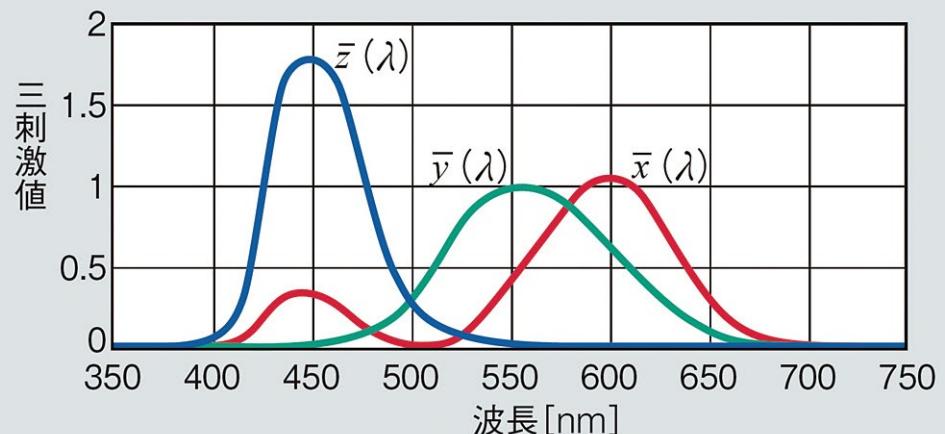
CIE-XYZ表色系

- CIE-RGBの等色関数から線形変換
 - 負の値なし

$$X = \int L(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda$$

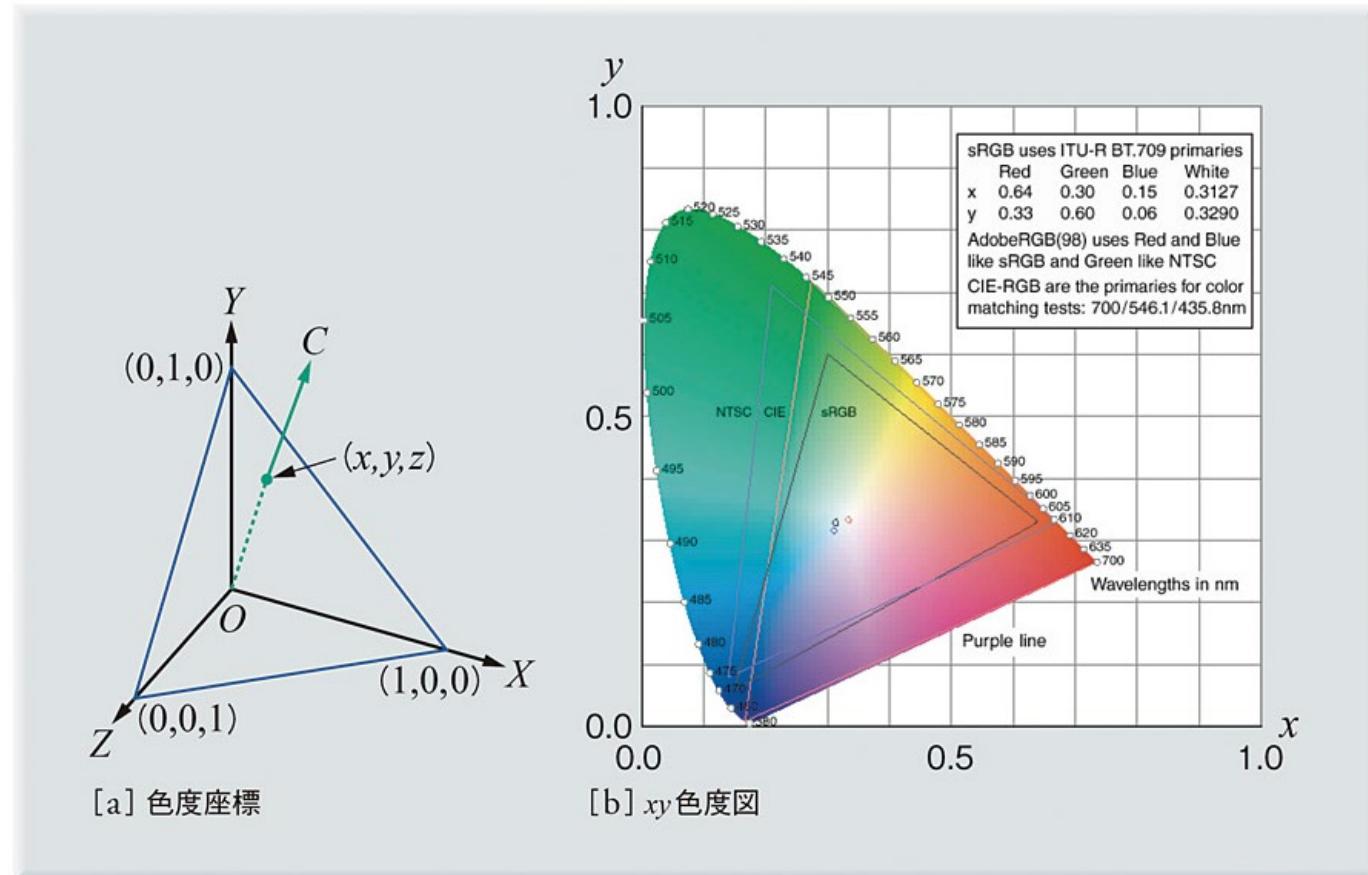
$$Y = \int L(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda$$

$$Z = \int L(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda$$



xy色度図

- 明るさを正規化
 - $-x = X/(X + Y + Z)$ など



YUV変換

- 輝度と色差に分解
 - アナログカラーテレビ放送の信号形式



[a] 原画像



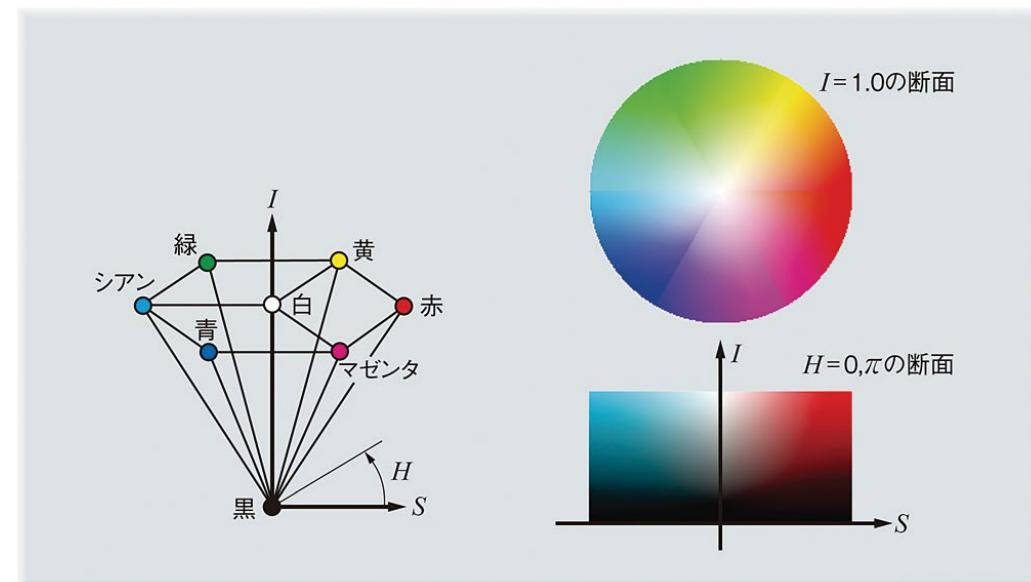
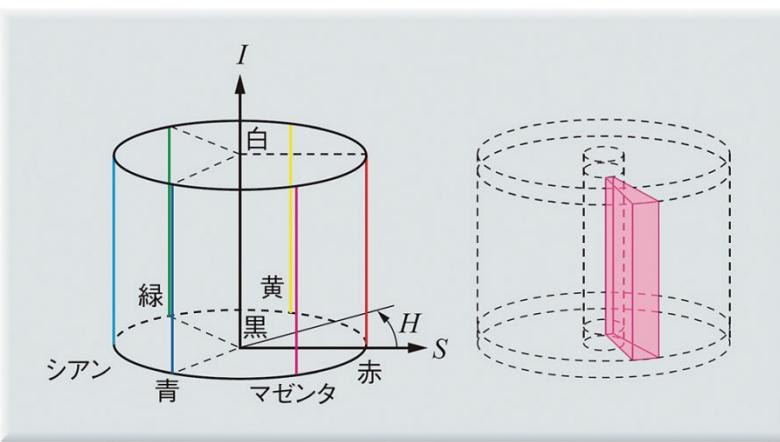
[b] RGB 各チャンネルのグレースケール画像表示



[c] YUV 各チャンネルのグレースケール画像表示

HSI変換と逆変換

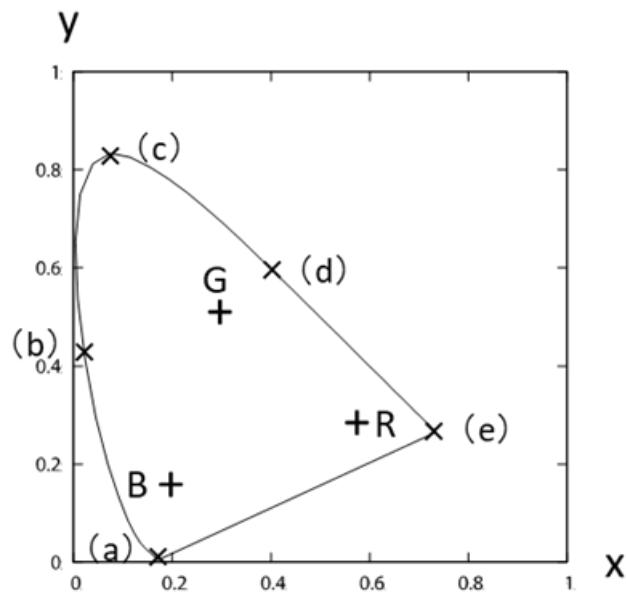
- ・ マンセル表色系の類推
 - 色相・彩度・明度の3値に変換して調整後に逆変換
 - 他にもHSVやHSL



演習 1

下のxy色度図では、つりがね状の曲線（スペクトル軌跡）に沿って単色光が並んでおり、人間が知覚できる全ての色は、スペクトル軌跡とその両端を結ぶ直線に囲まれた領域内にある。

1. 波長が700nmの単色光に対応する点を(a)～(e)から選べ。
2. あるカラーディスプレイの三原色RGBの色は、xy色度図における3つの+で表されるものとする。このとき、このカラーディスプレイが表示できる色の領域をxy色度図に書き込め。



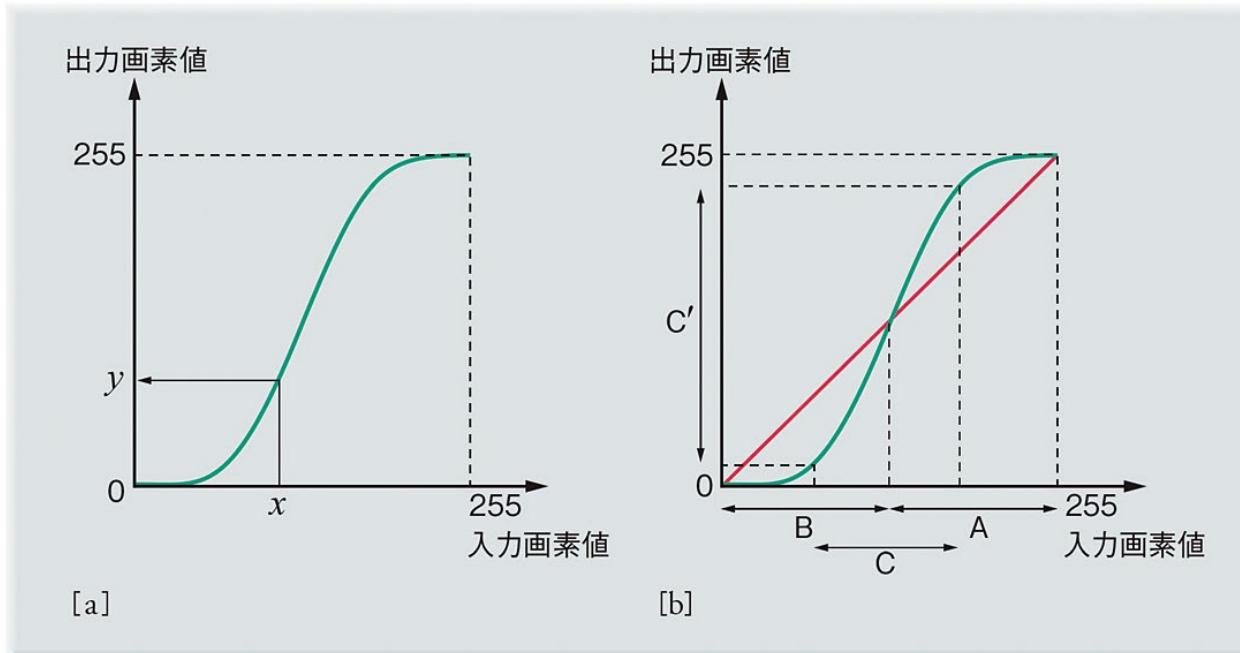
ディジタル画像処理:第4章
画素ごとの濃淡変換

第4章の内容

- 第4章: 画素ごとの濃淡変換
 - 明るさ・コントラストの変換
 - 特殊な効果
 - カラー画像の変換
 - 複数の画像の利用

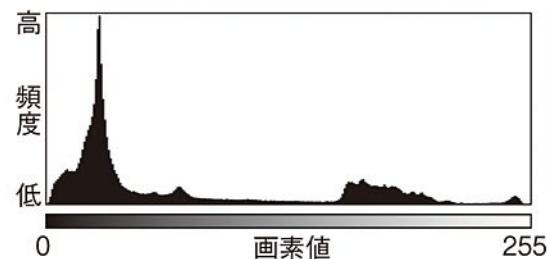
トーンカーブ

- 諧調変換関数
 - 画像の濃淡を変化・コントラストを調整
 - 横軸: 入力画像の画素値
 - 縦軸: 変換後の画像の画素値

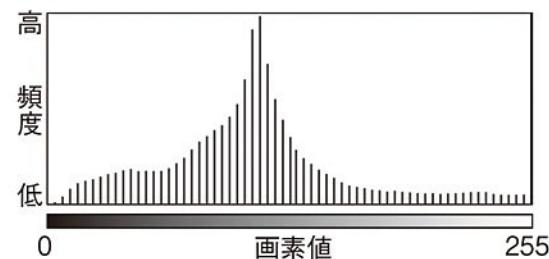
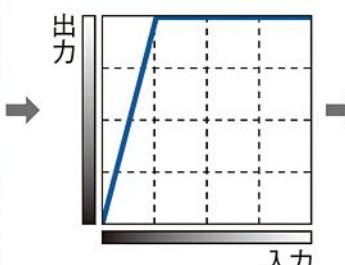


折れ線型トーンカーブ①

- 暗い／明るい部分を見やすくする変換



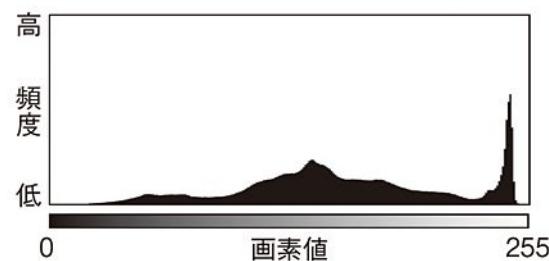
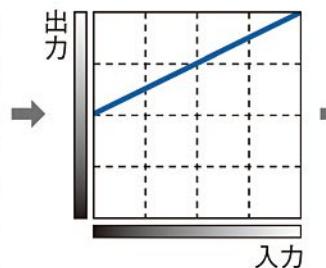
[a] 入力画像



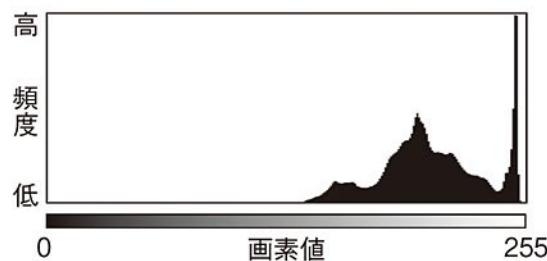
[b] 出力画像

折れ線型トーンカーブ②

- コントラストを低くする変換



[a] 入力画像



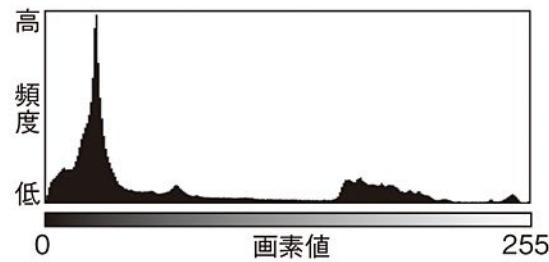
[b] 出力画像

累乗型トーンカーブ①

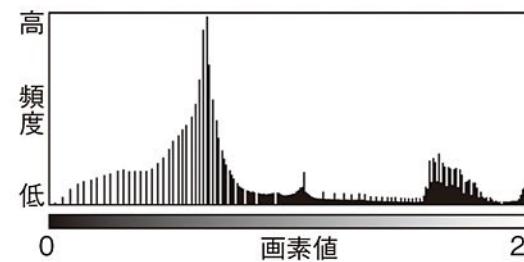
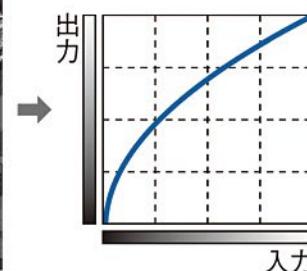
- ・ ガンマ補正

- $- y = 255 \times (x/255)^{\frac{1}{\gamma}}$

- $-$ もともとはCRT(ブラウン管)の電圧-輝度の関係から



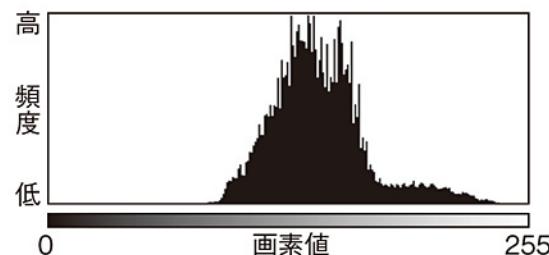
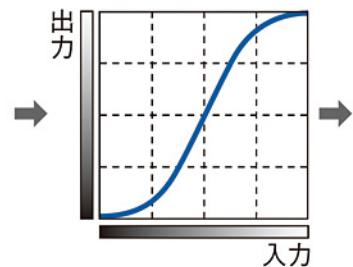
[a] 入力画像



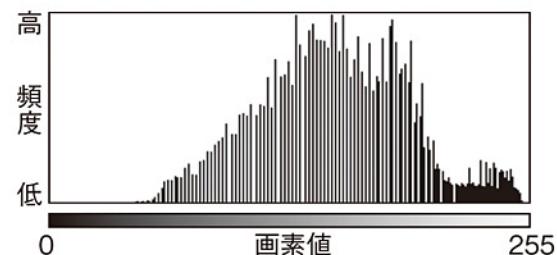
[b] 出力画像

S字トーンカーブ

- 中間のコントラストを高くする変換



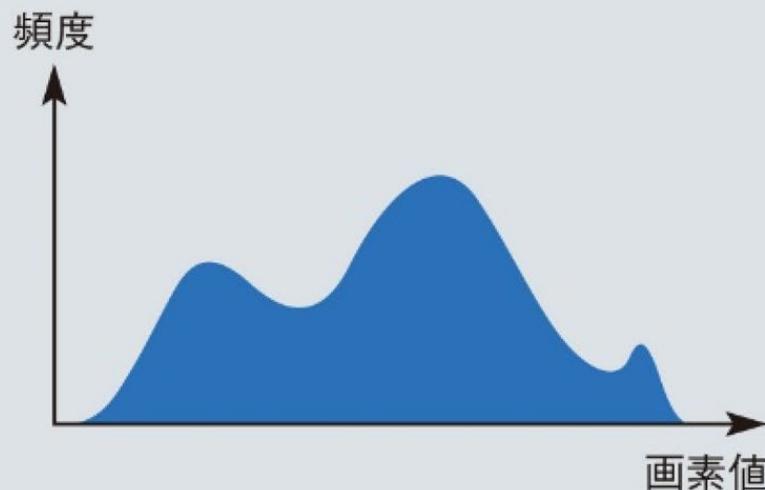
[a] 入力画像



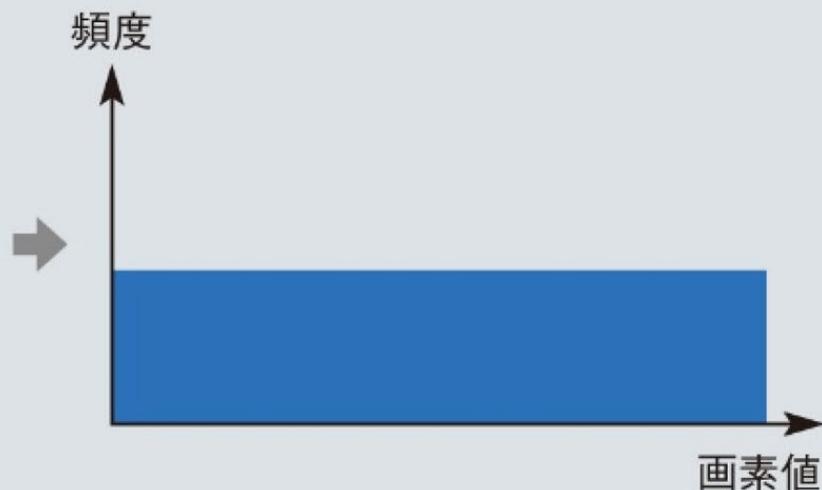
[b] 出力画像

ヒストグラム平坦化

- 分布を均等にするような変換
 - 画像値の小さい方から順にビンを割り当てる



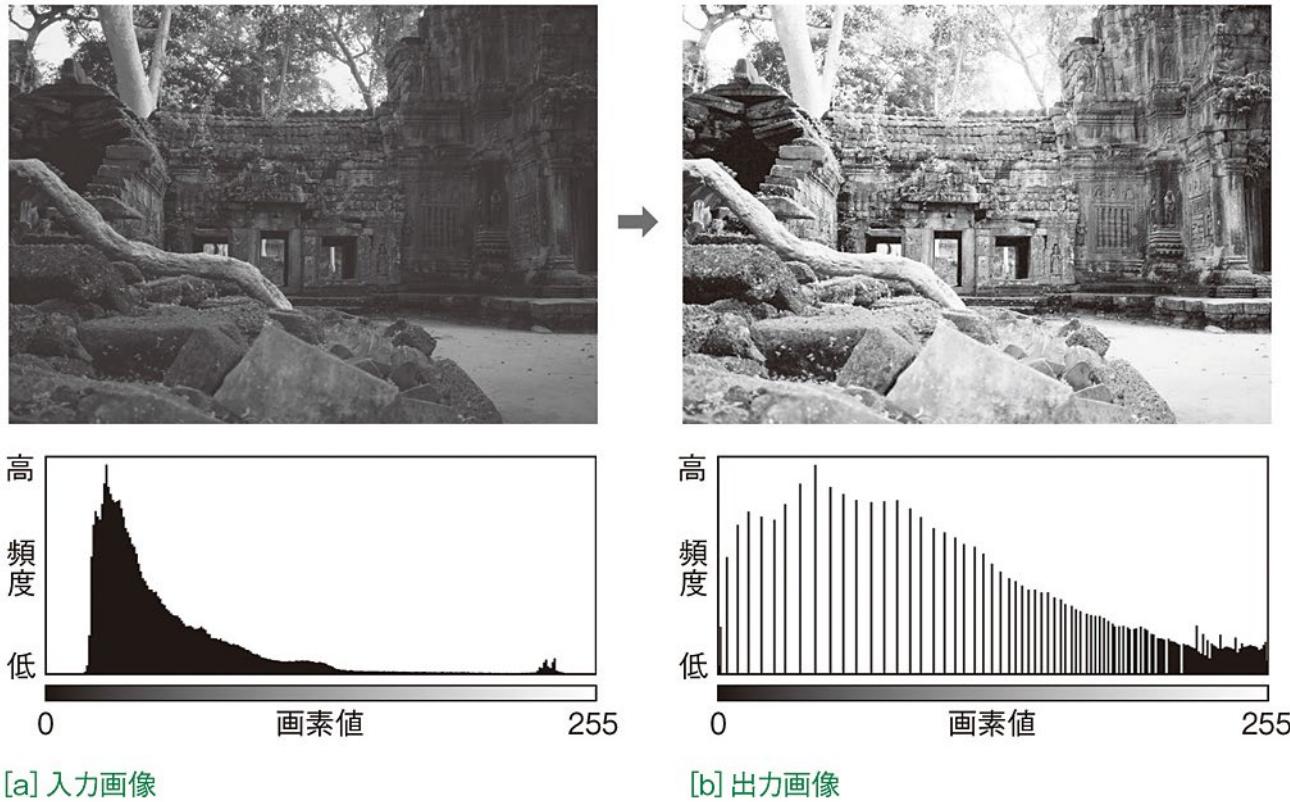
[a] 入力画像のヒストグラム



[b] 出力画像のヒストグラム

ヒストグラム平坦化

- 分布を均等にするような変換
 - 画素値の小さい方から順に割り当て

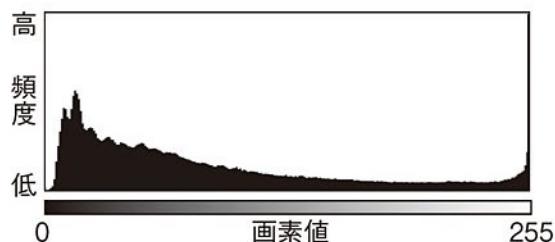


第4章の内容

- 第4章: 画素ごとの濃淡変換
 - 明るさ・コントラストの変換
 - **特殊な効果**
 - カラー画像の変換
 - 複数の画像の利用

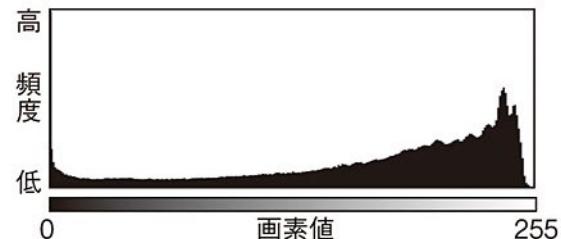
濃淡の反転

- ネガ・ポジ反転



[a] 入力画像

?

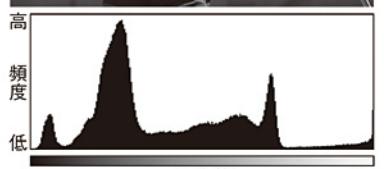
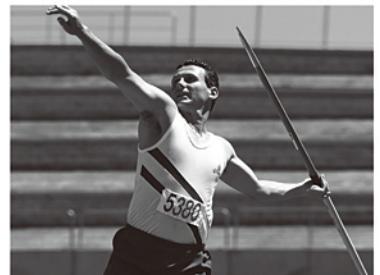


[b] 出力画像

ポスタリゼーション

- 諧調の変換

?



[a] 入力画像



[b] ポスタリゼーションによる出力画像

?



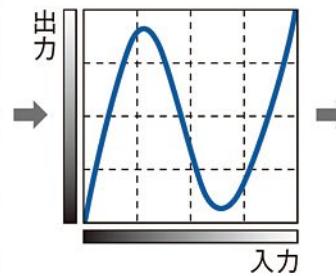
[c] 2値化による出力画像

ソラリゼーション

- 濃淡の一部分を反転
 - ネガ画像とポジ画像が混ざり合ったような効果



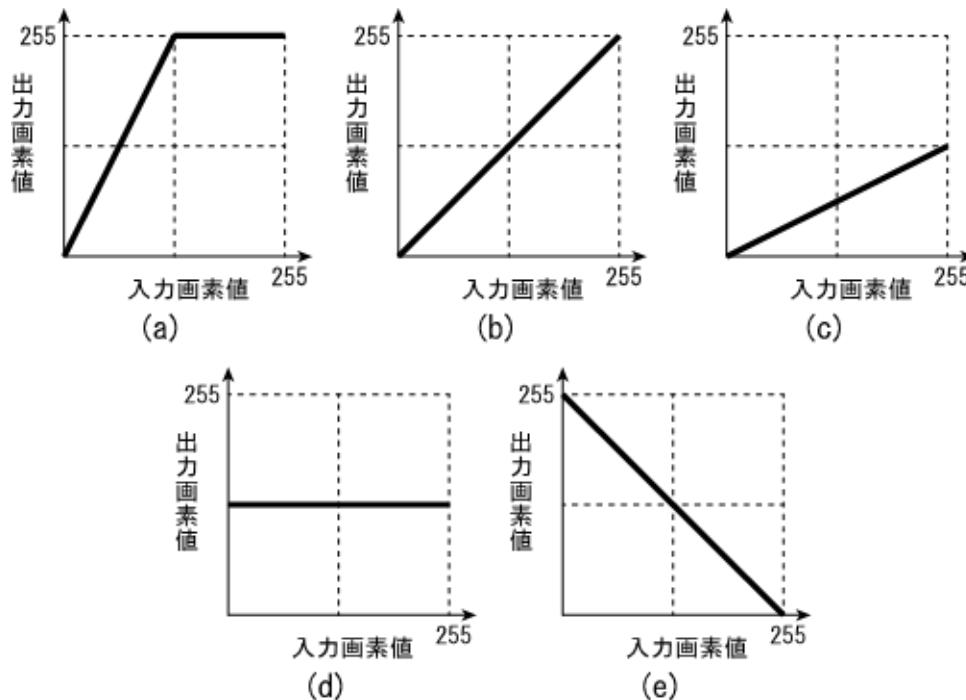
[a] 入力画像



[b] 出力画像

演習2

8bitの画像(画素値は0から255の整数)を考える. ①ネガ・ポジ反転を表すトーンカーブ, および, ②画素値を2倍にする濃淡変換を表すトーンカーブを, 以下の(a)～(e)から選んで記号で答えよ. 但し, 横軸を入力画素値, 縦軸を出力画素値とし, 出力画素値が255を超える場合は255にせよ.

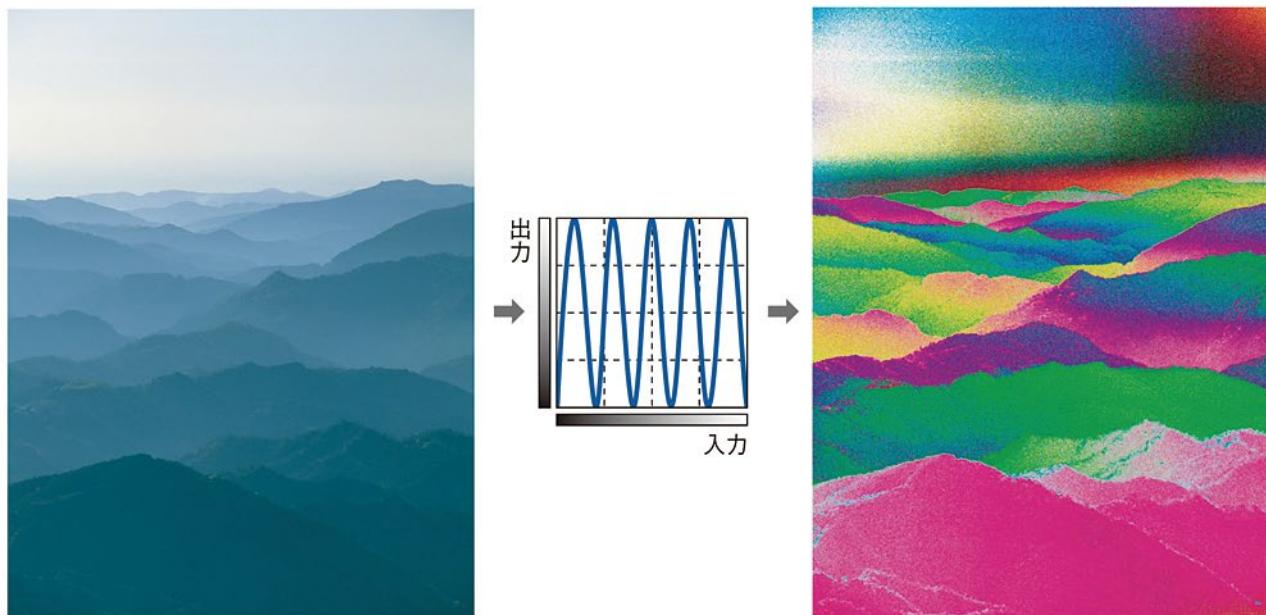
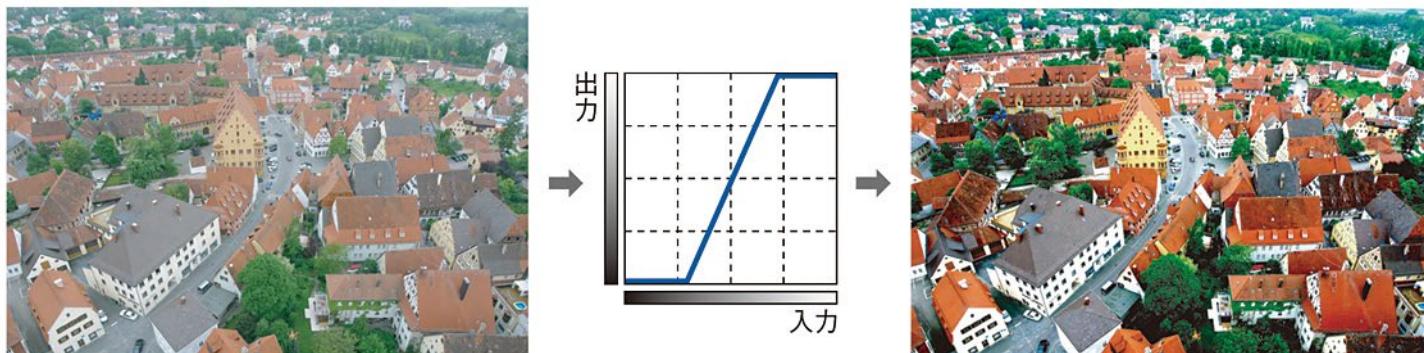


第4章の内容

- 第4章: 画素ごとの濃淡変換
 - 明るさ・コントラストの変換
 - 特殊な効果
 - カラー画像の変換
 - 複数の画像の利用

RGBトーンカーブ①

- RGBで同じトーンカーブ

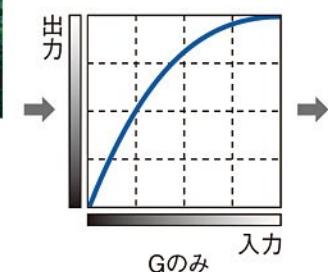
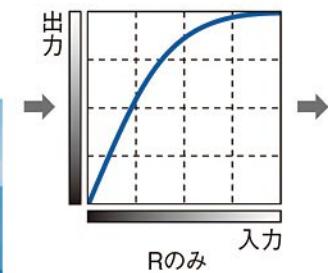


RGBトーンカーブ②

- RGBで異なるトーンカーブ
 - 例: Rのみ・Gのみを強調



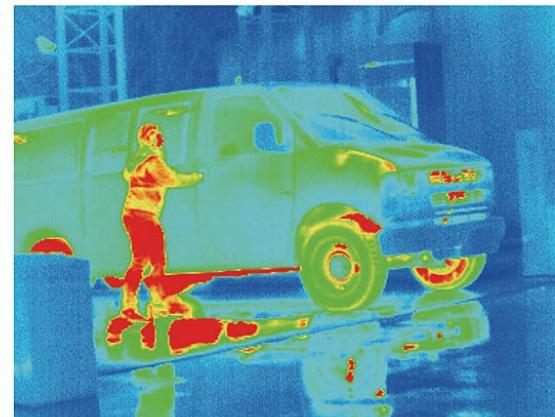
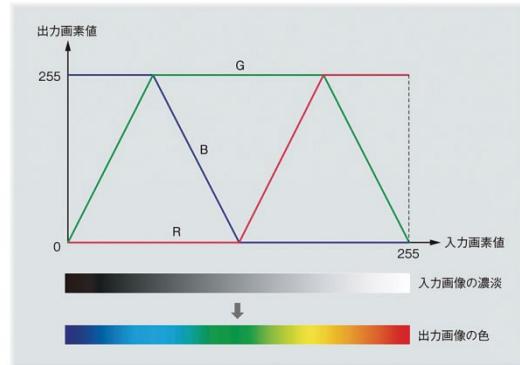
[a] 入力画像



[b] 出力画像

擬似カラー

- グレースケール画像を着色
 - 例: 遠赤外線画像



色相・彩度・明度の変化

- 直感的な変換
 - 色相・彩度・明度に変換してからそれを調整



[a] 入力画像



[b] 入力画像の色相を変える



[c] 入力画像の彩度を下げる



[d] 入力画像の彩度を上げる



[e] 入力画像の明度を下げる



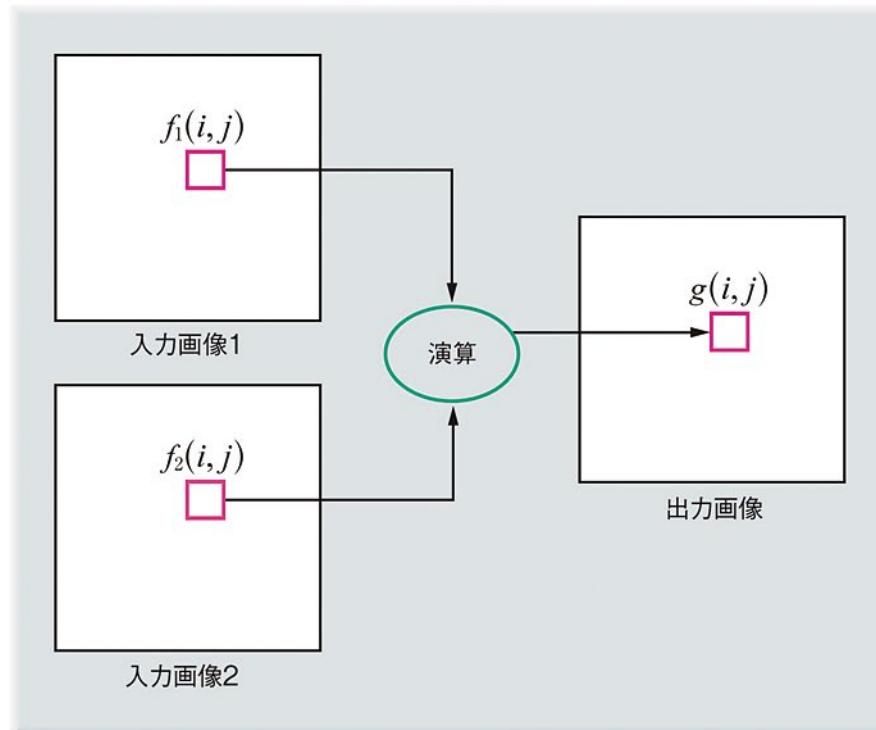
[f] 入力画像の明度を上げる

第4章の内容

- 第4章: 画素ごとの濃淡変換
 - 明るさ・コントラストの変換
 - 特殊な効果
 - カラー画像の変換
 - **複数の画像の利用**

画像間演算

- 2枚以上の入力画像 ⇒ 出力画像
 - 算術演算(四則演算)や論理演算(AND, ORなど)



アルファブレンディング①

- 重み付き平均
 - $g = \alpha f_1 + (1 - \alpha) f_2$ 但し $0 \leq \alpha \leq 1$
 - 例: 画素値の平均



[a] 入力画像 1

[b] 入力画像 2

[c] 出力画像

アルファブレンディング②

- 重み付き平均

- $- g = \alpha f_1 + (1 - \alpha) f_2$ 但し $0 \leq \alpha \leq 1$

- 例: α を画像位置で変化



[a] 入力画像1



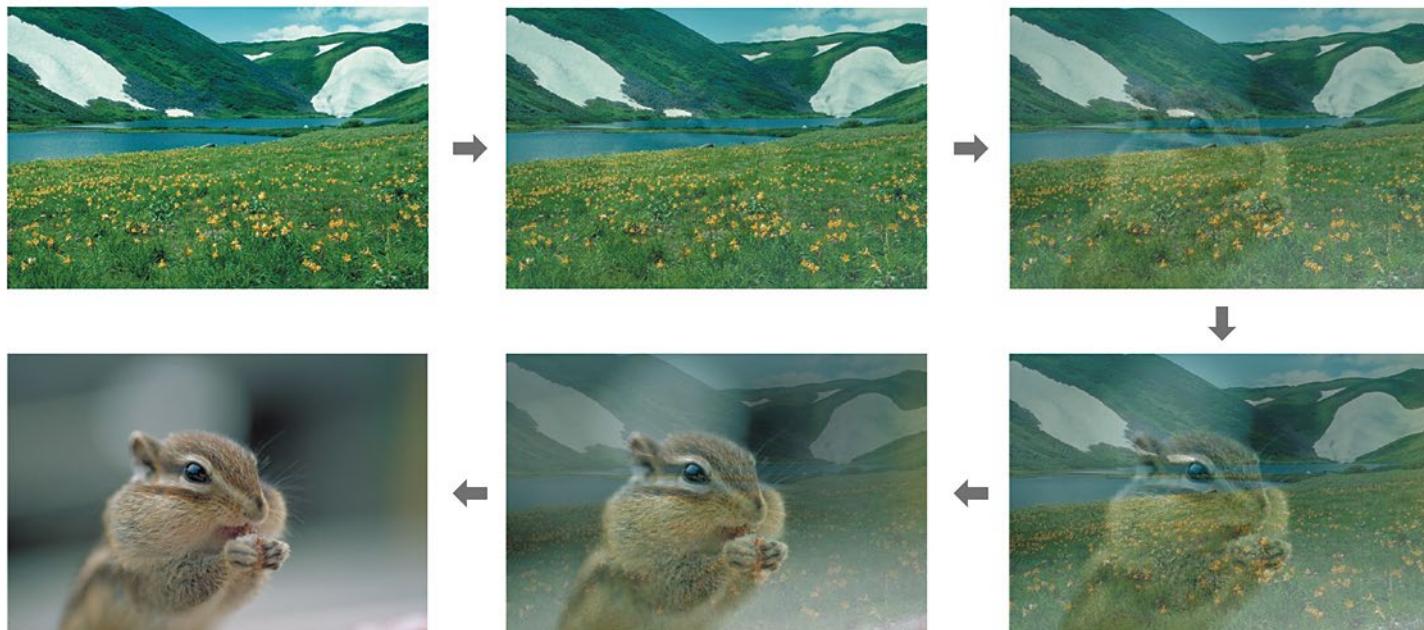
[b] 入力画像2



[c] 出力画像

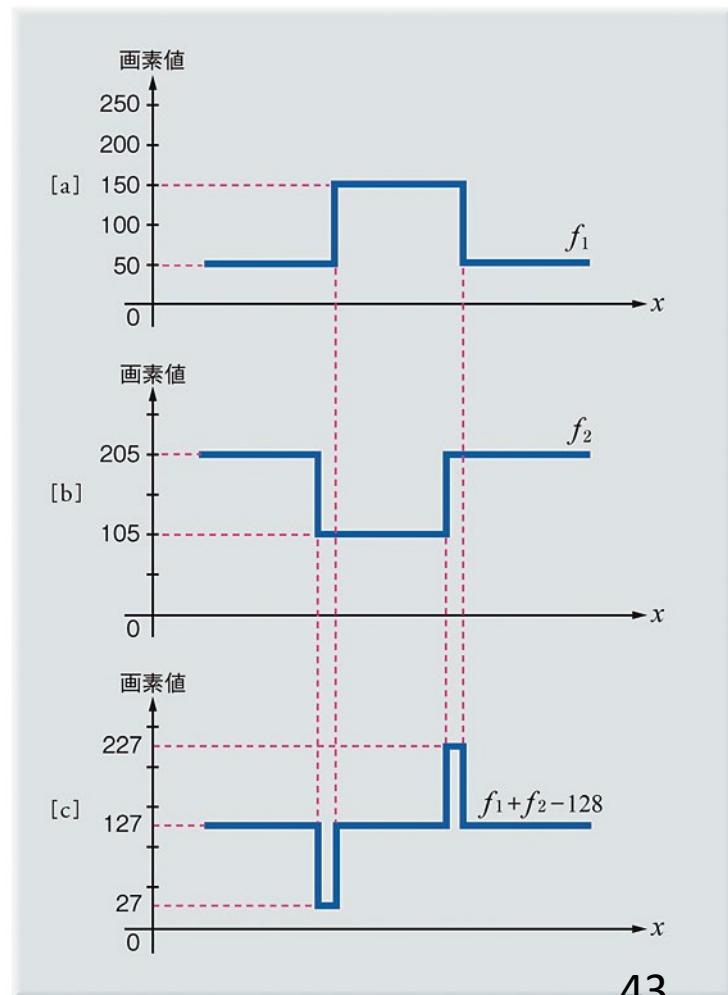
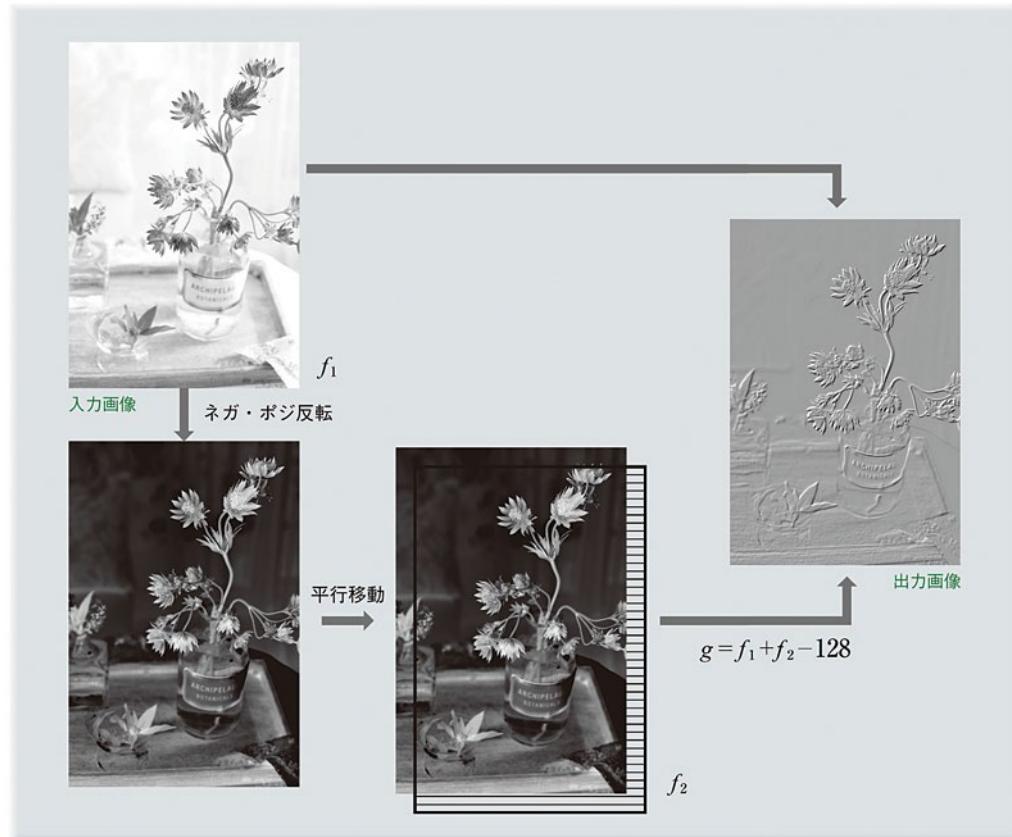
ディゾルブ

- ・ アルファブレンディングの一種
 - $g = \alpha f_1 + (1 - \alpha) f_2$ 但し $0 \leq \alpha \leq 1$
 - 例: α を時間的に変化



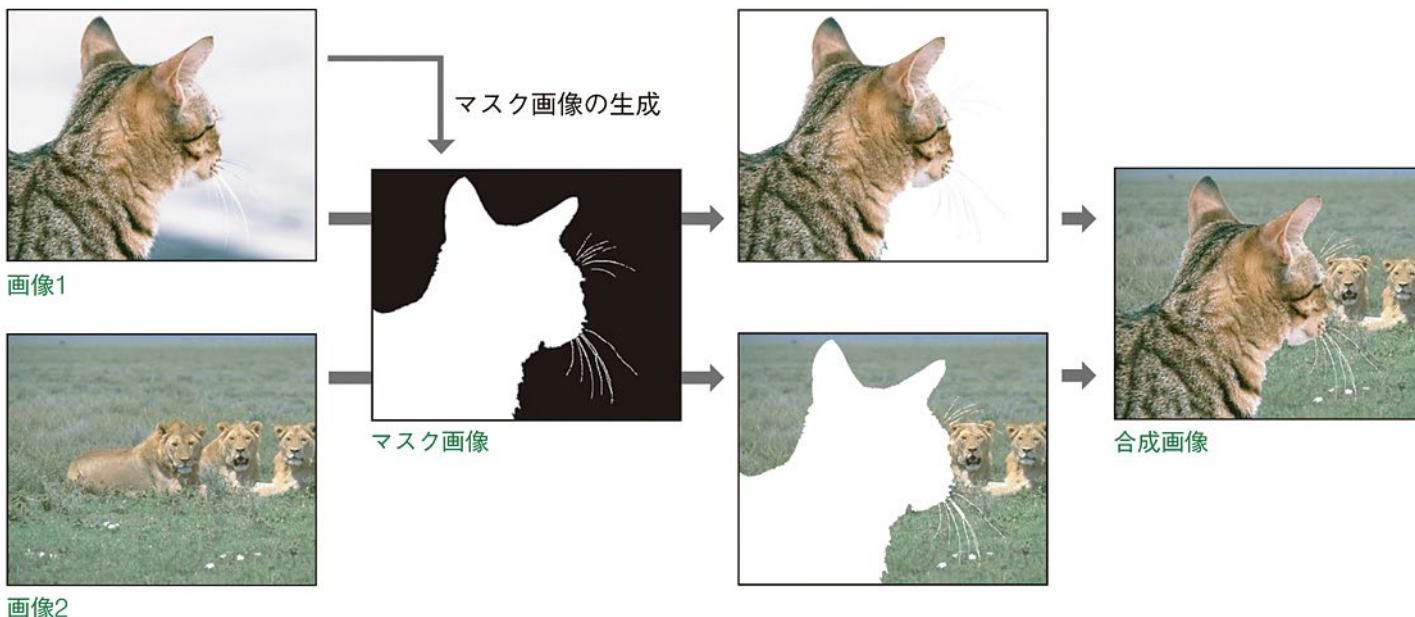
エンボス

- 浮き彫りに見せる加工



マスク処理

- 2枚の画像の合成
 - マスク画像：
どの部分をどちらの画像からとってくるかを0, 1で指定



クロマキー

- マスク画像の生成法
 - 色情報に基づいて前景・背景を識別
 - 例: 天気図と解説者の画像合成



[a] 入力画像



[b] マスク画像