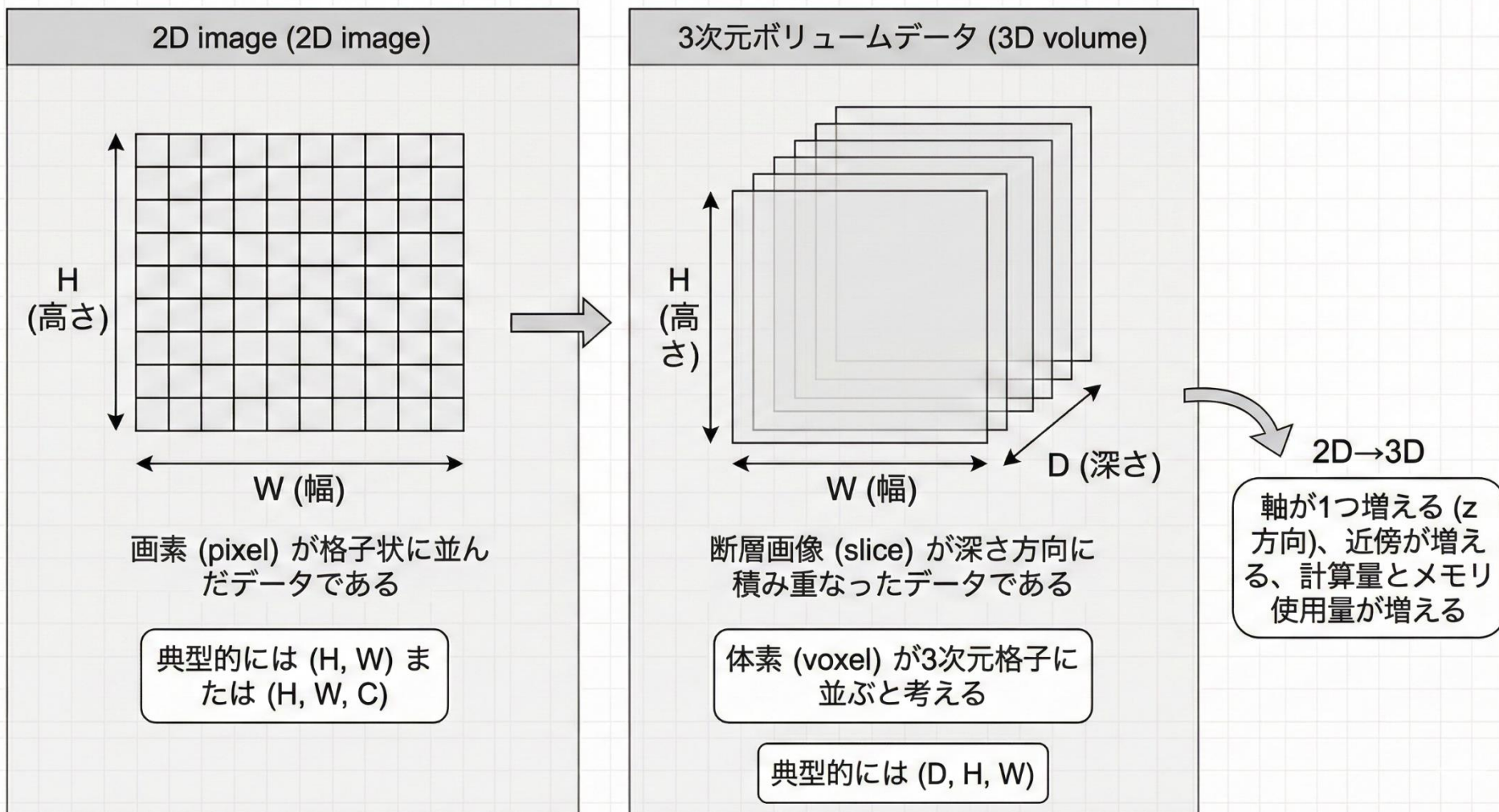


# 2次元画像と3次元ボリユーム データ

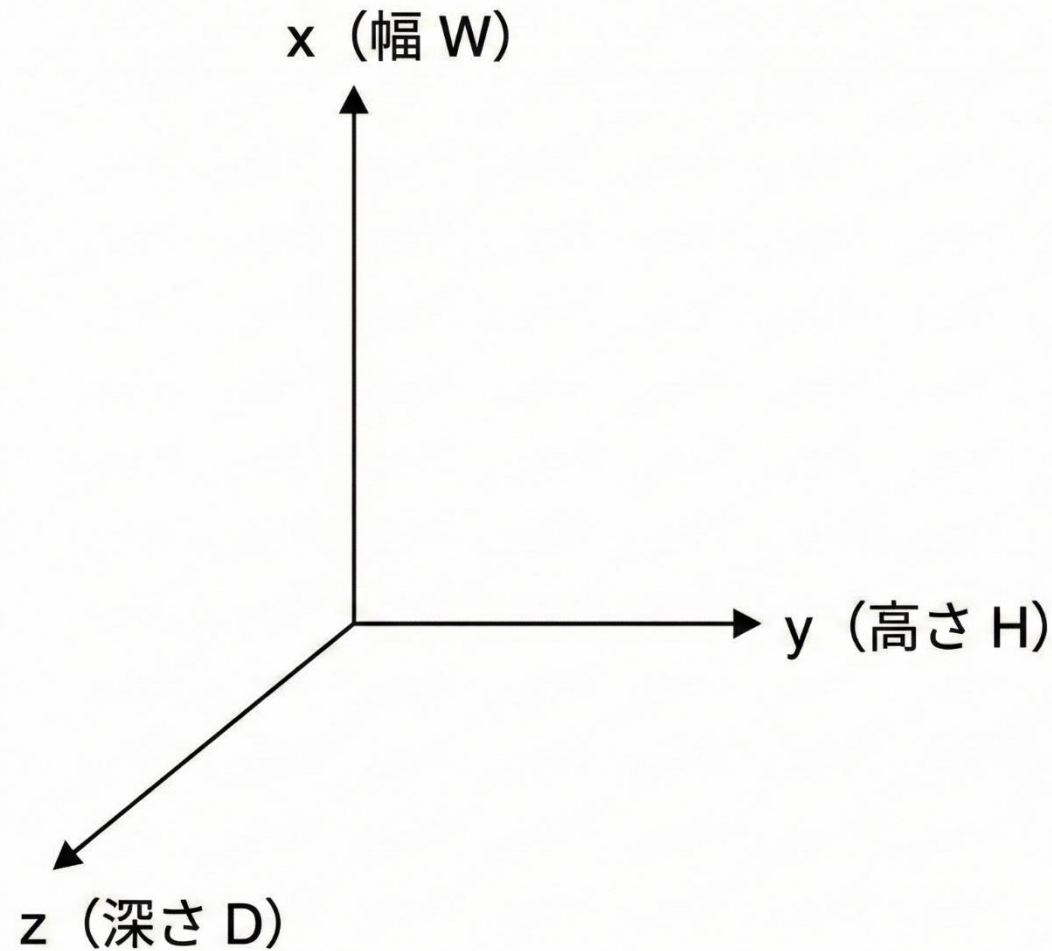
金子邦彦



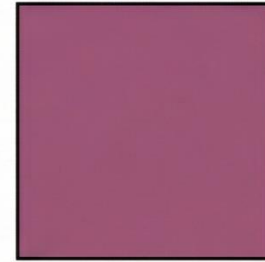
# 2次元画像と3次元ボリュームデータ



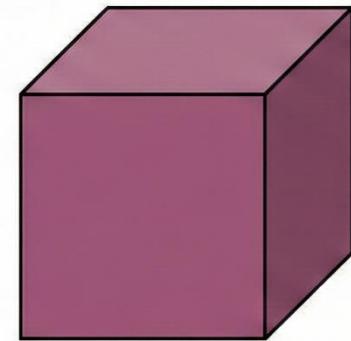
図解は NanoBananaPro を用いて作成



pixel (ピクセル) = 2Dの画素



pixel (ピクセル) = 3Dの画素



voxel (ボクセル) = 3Dの体素

図解は NanoBananaPro を用いて作成

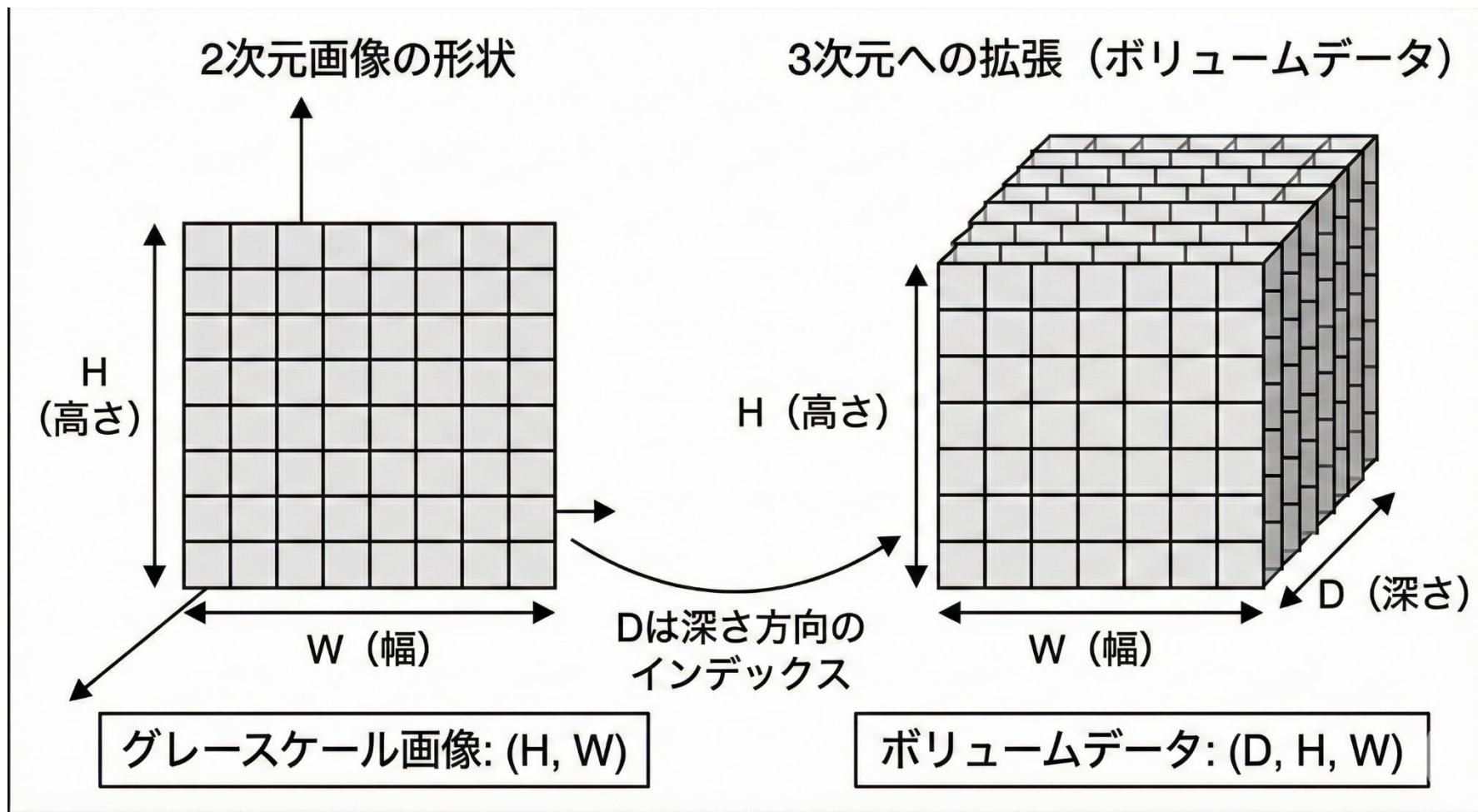
座標軸 (x=幅W, y=高さH, z=深さD)

2Dの最小単位「pixel (ピクセル)」、  
3Dの最小単位「voxel (ボクセル)」

- **畳み込み**：近傍を重み付きで集計し、局所処理を行う枠組みとして有用
- **勾配**：値の変化の向きと大きさ（微分）を表し、エッジや表面の検出に使う
- **補間**：格子点以外の位置の値を推定し、リサイズ・回転・断面抽出に使う
- **平滑化**：ノイズを減らし、安定した解析のための前処理

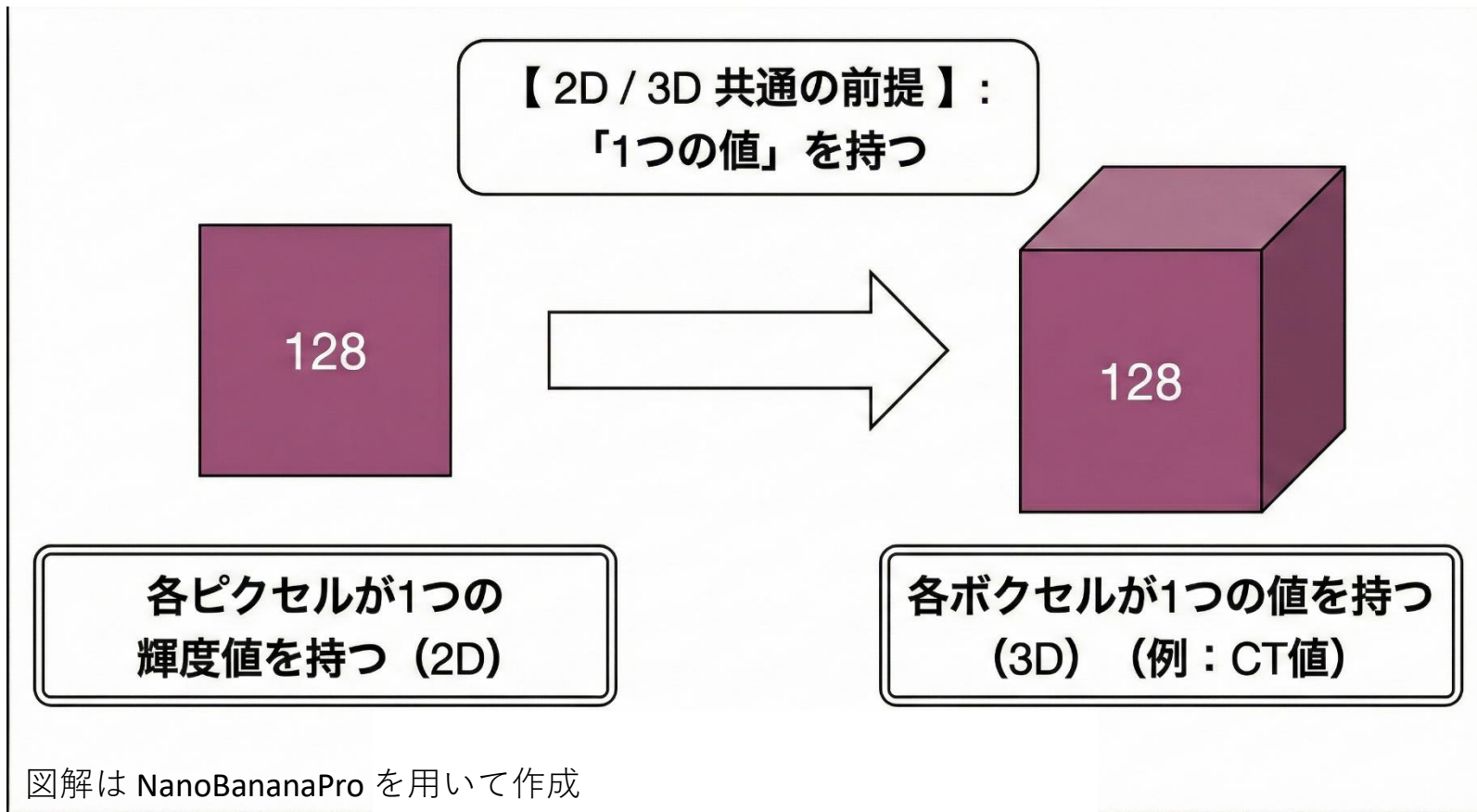
2次元の概念	3次元への拡張
配列の形状 (shape)	$(H, W) \rightarrow (D, H, W)$
グレースケール	単一チャンネルの3D配列 (各ボクセルが単一値)
畳み込みとカーネル	$3 \times 3 \rightarrow 3 \times 3 \times 3$
勾配	2方向 $(x, y) \rightarrow$ 3方向 $(x, y, z)$
バイリニア補間	トリリニア補間
平滑化 (平滑化フィルタ)	近傍の拡大と3Dフィルタへの拡張

# データの次元と並び



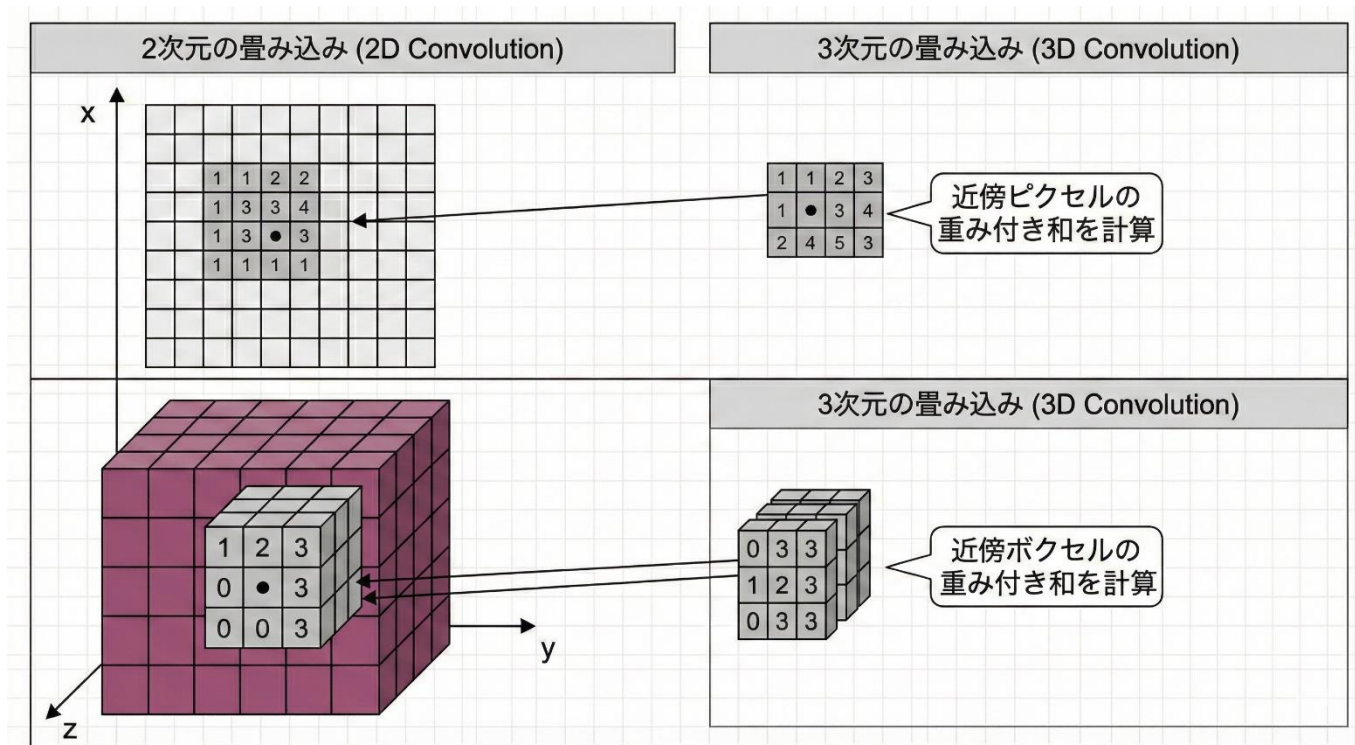
図解は NanoBananaPro を用いて作成

# グレースケール



- 医用画像などでの基本となる「グレースケール」の概念。
- 2Dの各ピクセルも、3Dの各ボクセルも「1つの値（例：輝度、CT値）」を持つ。

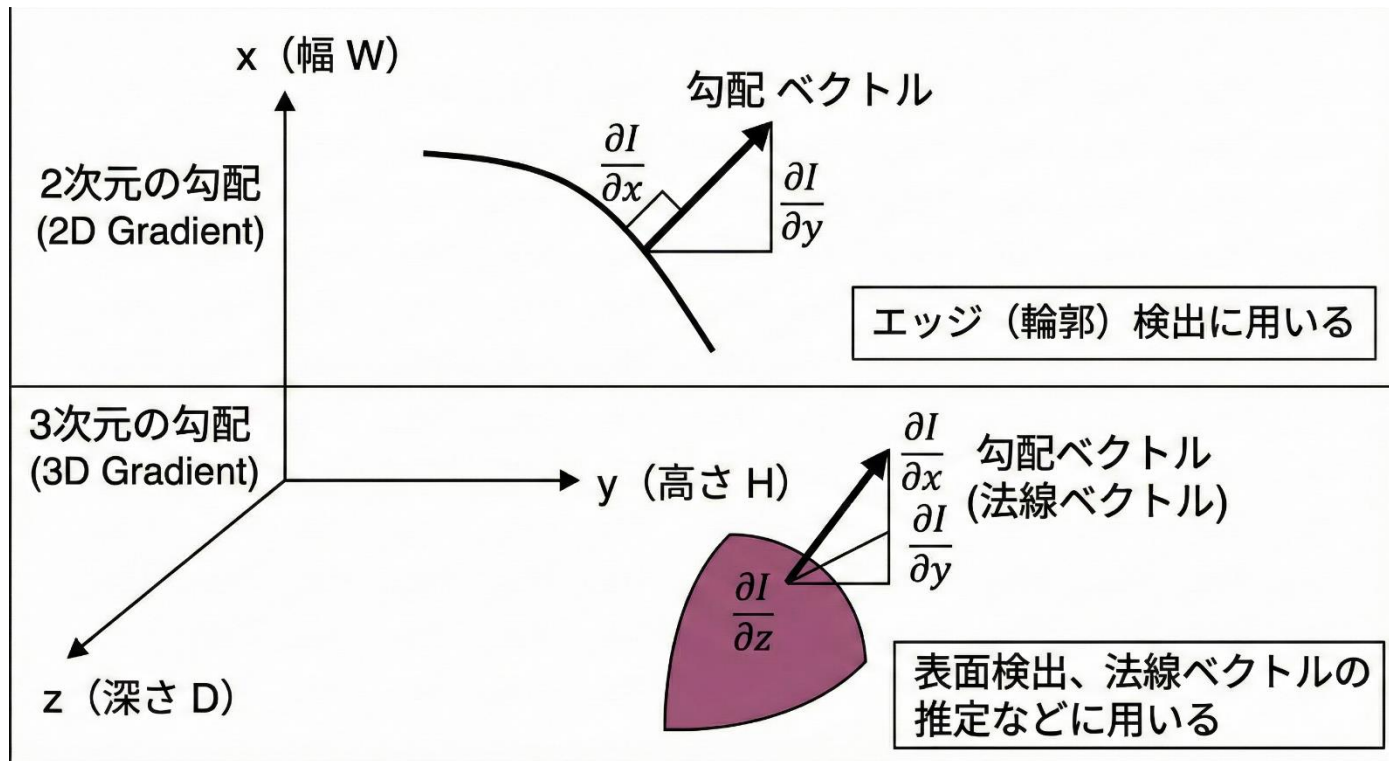
# 畳み込み処理とカーネル



図解は NanoBananaPro を用いて作成

- 3Dでは3x3x3の立体的なカーネルを用いて前後を含む近傍ボクセルを集計
- **メリット (何のために行うか)**
  - 平滑化 (ノイズ低減) やエッジ強調など、局所的な特徴を抽出・強調するため

# 勾配



図解は NanoBananaPro を用いて作成

- **2次元の勾配**

- x方向の変化率： $\partial I / \partial x$ 、y方向の変化率： $\partial I / \partial y$

- **3次元への拡張**

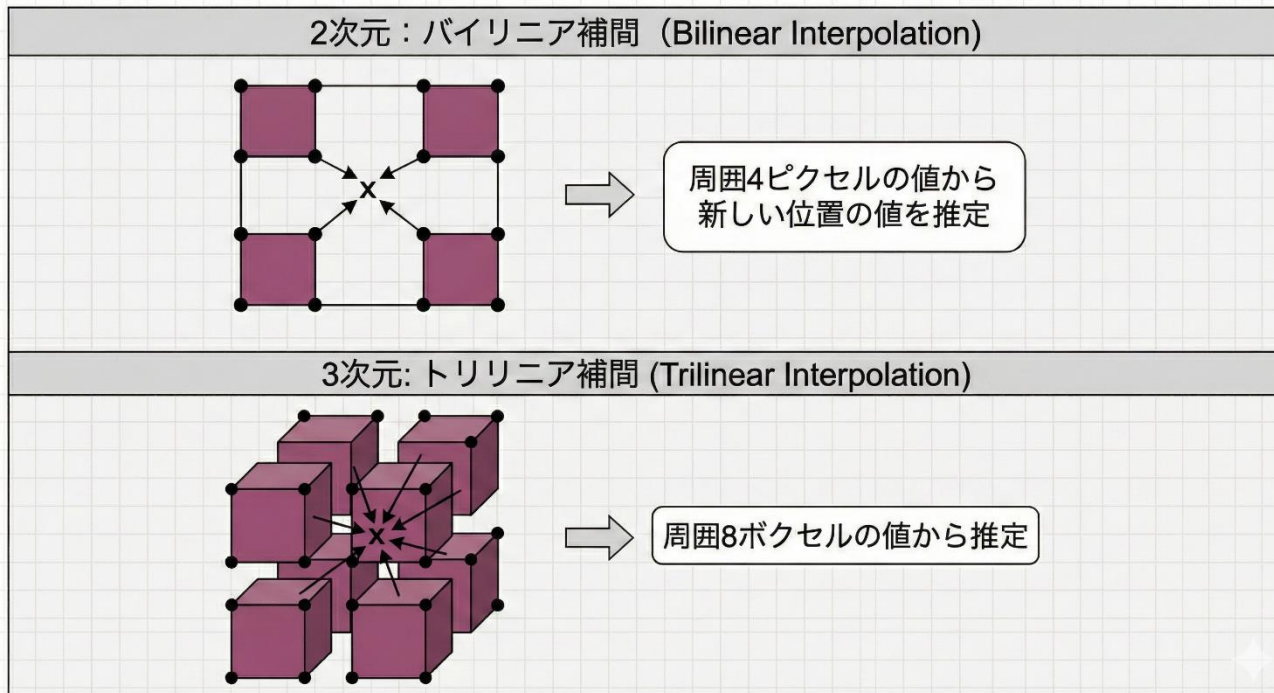
- z方向（深さ方向）の変化率： $\partial I / \partial z$  を追加

- **用途（何のために使うか）**

- 2D：エッジ（輪郭）検出に用いる

- 3D：表面検出、法線ベクトル（表面の向きを表すベクトル）の推定など

# バイリニア補間



図解は NanoBananaPro を用いて作成

- **2次元のバイリニア補間**
  - 周囲4ピクセルの値から新しい位置の値を推定
- **3次元への拡張：トリリニア補間**
  - 周囲8ボクセルの値から推定
- **用途（何のために使うか）**
  - 画像のリサイズ、回転、任意断面（reformat：断面再構成）の抽出など

# より高度な技術



## 2次元版を

<https://www.kkaneko.jp/cc/st/colorimage.html>

## で体験可能

プログラム	注目すべき概念
1. 画質改善処理	グレースケール、配列の形状
2. ノイズ量の評価	グレースケール
3. 畳み込みフィルタの適用	畳み込み処理とカーネル
4. エッジの解析	勾配
5. リサイズと補間	バイリニア補間

# より高度な技術



- **画質改善技術：CLAHE**
  - 局所的なコントラスト改善手法である（局所ヒストグラム平坦化の一種）
- **ノイズ評価と除去：バイラテラルフィルタ**
  - エッジを保存しながら平滑化するフィルタである
- **畳み込み演算：平滑化カーネル**
  - 全要素が等しい値のカーネルで平均化を行う
  - 3Dでは周囲26近傍を含む平均化などに拡張される
- **エッジ解析：Laplacianフィルタ**
  - 2次微分（Laplacian）によるエッジ検出である
  - 3Dでは表面の曲率推定などに応用される
- **画像変換：回転**
  - 2D回転行列（ $2 \times 2$ ）を用いる
  - 3Dでは回転行列（ $3 \times 3$ ）に拡張される
- **画像評価：MSE（平均二乗誤差）**
  - 2つの画像の差を評価する指標である
  - 3Dでも同じ定義で評価できる

# まとめ：3次元ボリュームデータ



概念	2D → 3D
配列の形状 (shape)	(H, W) → (D, H, W)
グレースケール	単一値 → 単一値 (CT値など)
畳み込み	$3 \times 3 \rightarrow 3 \times 3 \times 3$
勾配	2方向 → 3方向
補間	バイリニア → トリリニア
平滑化	近傍の拡大と3Dフィルタへの拡張