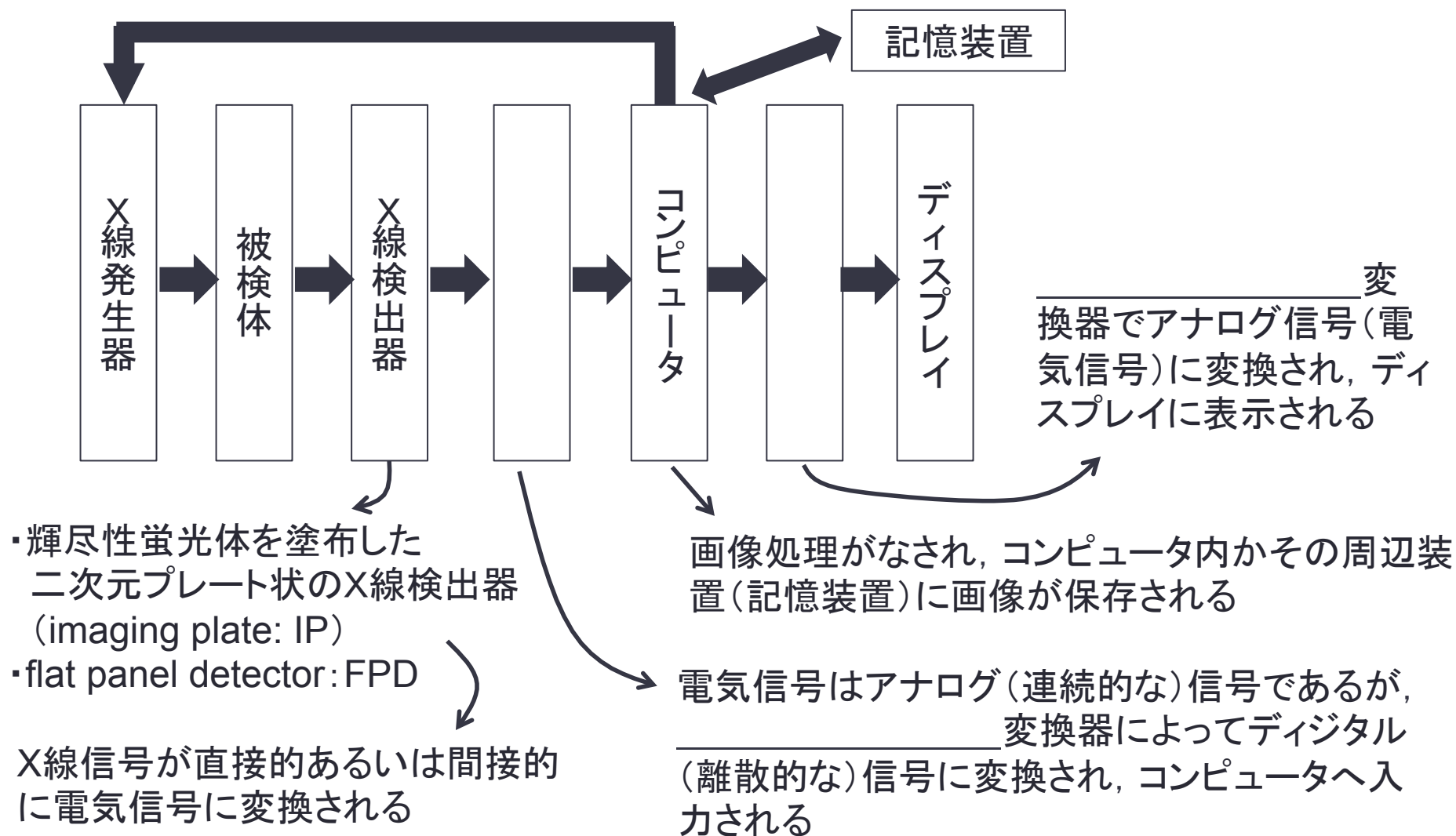


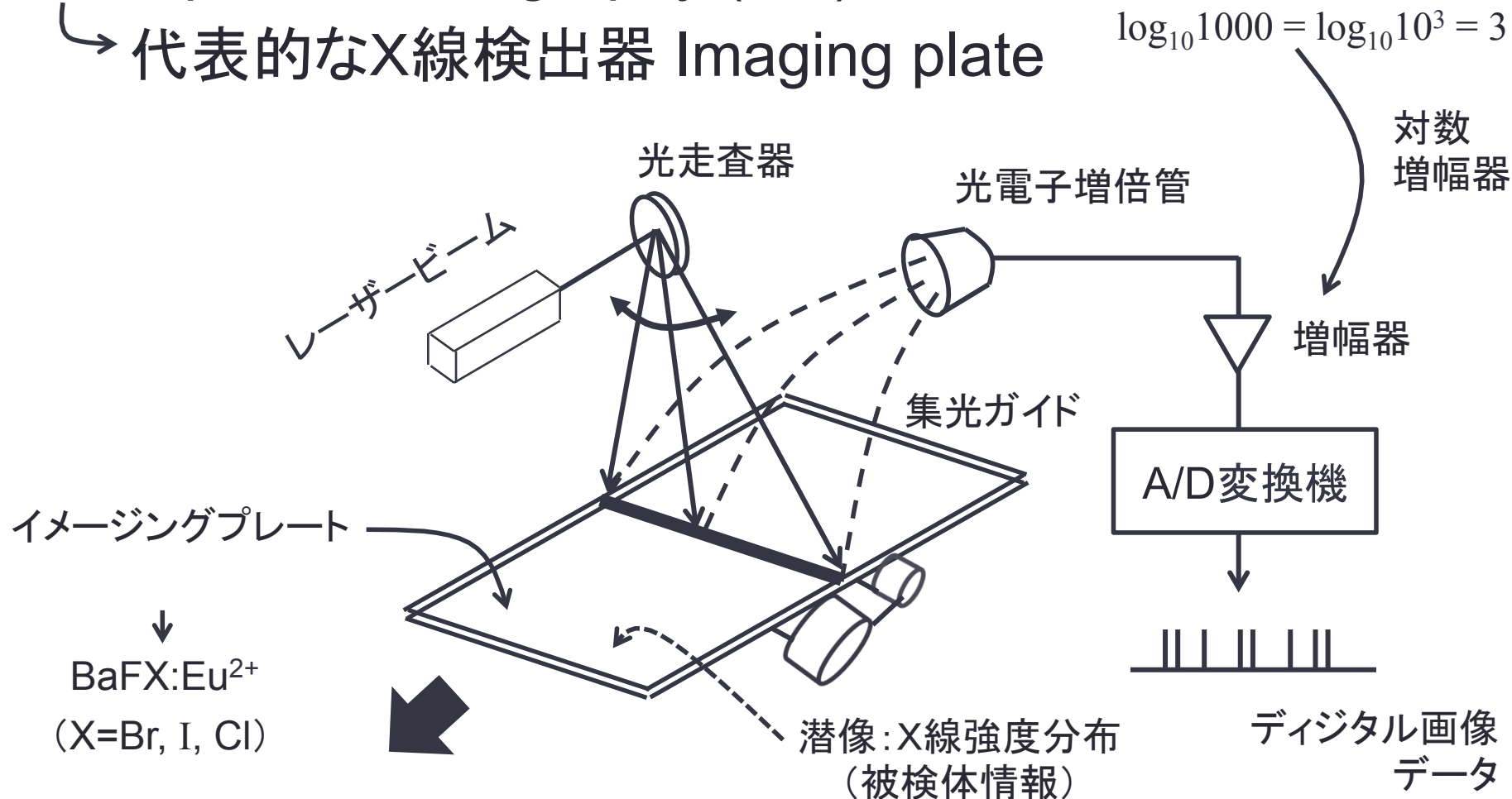
デジタルX線画像の形成装置



CRにおける画像形成

Computed Radiography (CR)

↳ 代表的なX線検出器 Imaging plate

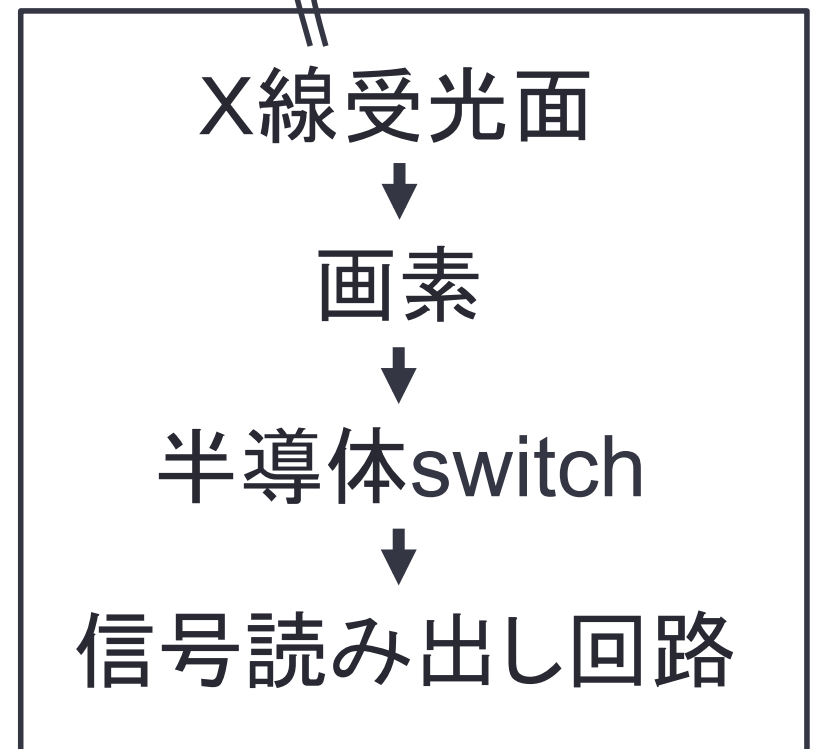
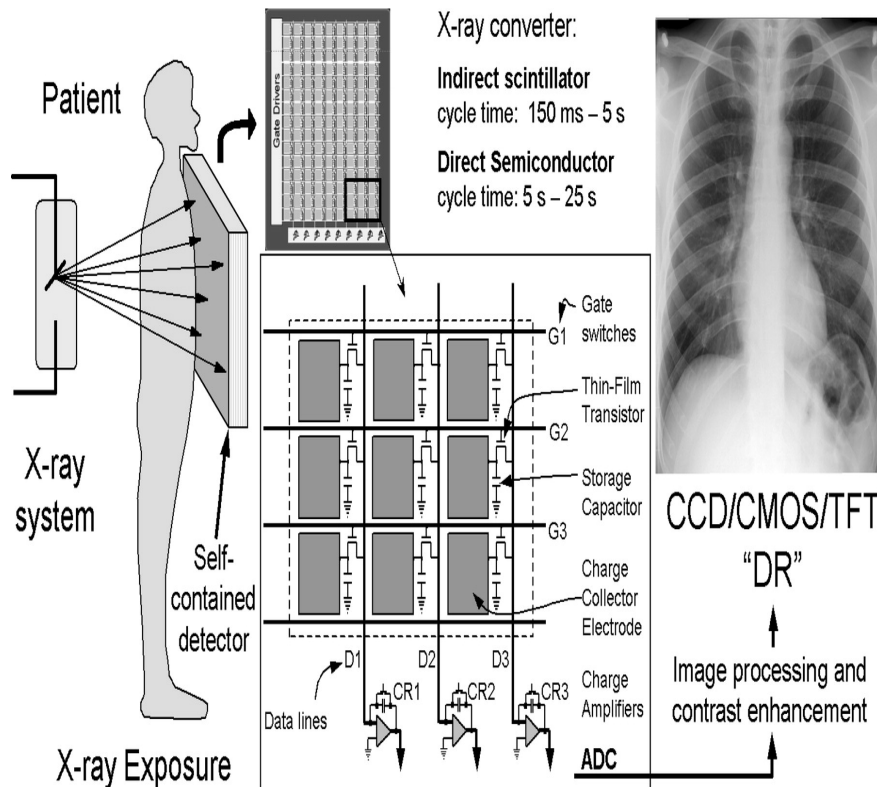


FPDにおける画像形成

フラットパネルディテクタ
Flat Panel Detector (FPD)

重要な
構造要素

変換型
変換型



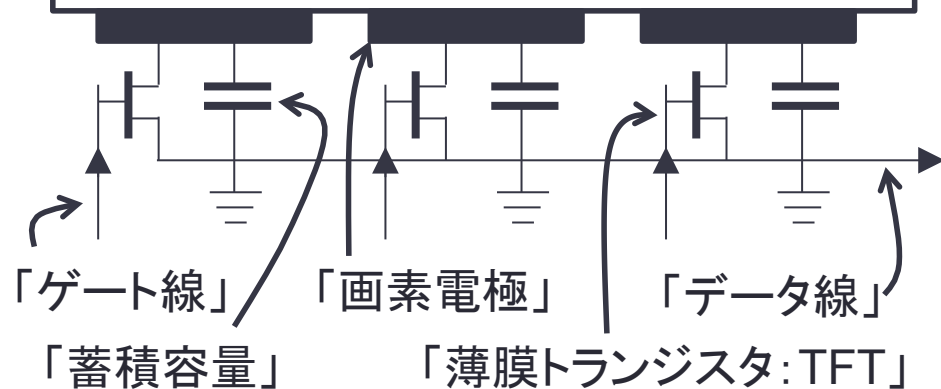
変換型

X線を_____に変換する方式

入射X線 ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

被検体

半導体(a-Se)
(X線変換層)



X線に比例して「蓄電容量」に充電される。撮影が終わって「ゲート線」に、順に読み出し信号を送るとTFT(薄膜トランジスタ)スイッチが閉じて、蓄積容量に溜まった検出電流が「データ線」に取り出される

変換型

X線をいったん_____に変換した後に
電気信号に変換する方式

入射X線 ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

被検体

シンチレータ

[蛍光体(CsI, Gd₂O₂S)]

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ 光

フォトダイオード(a-Si)

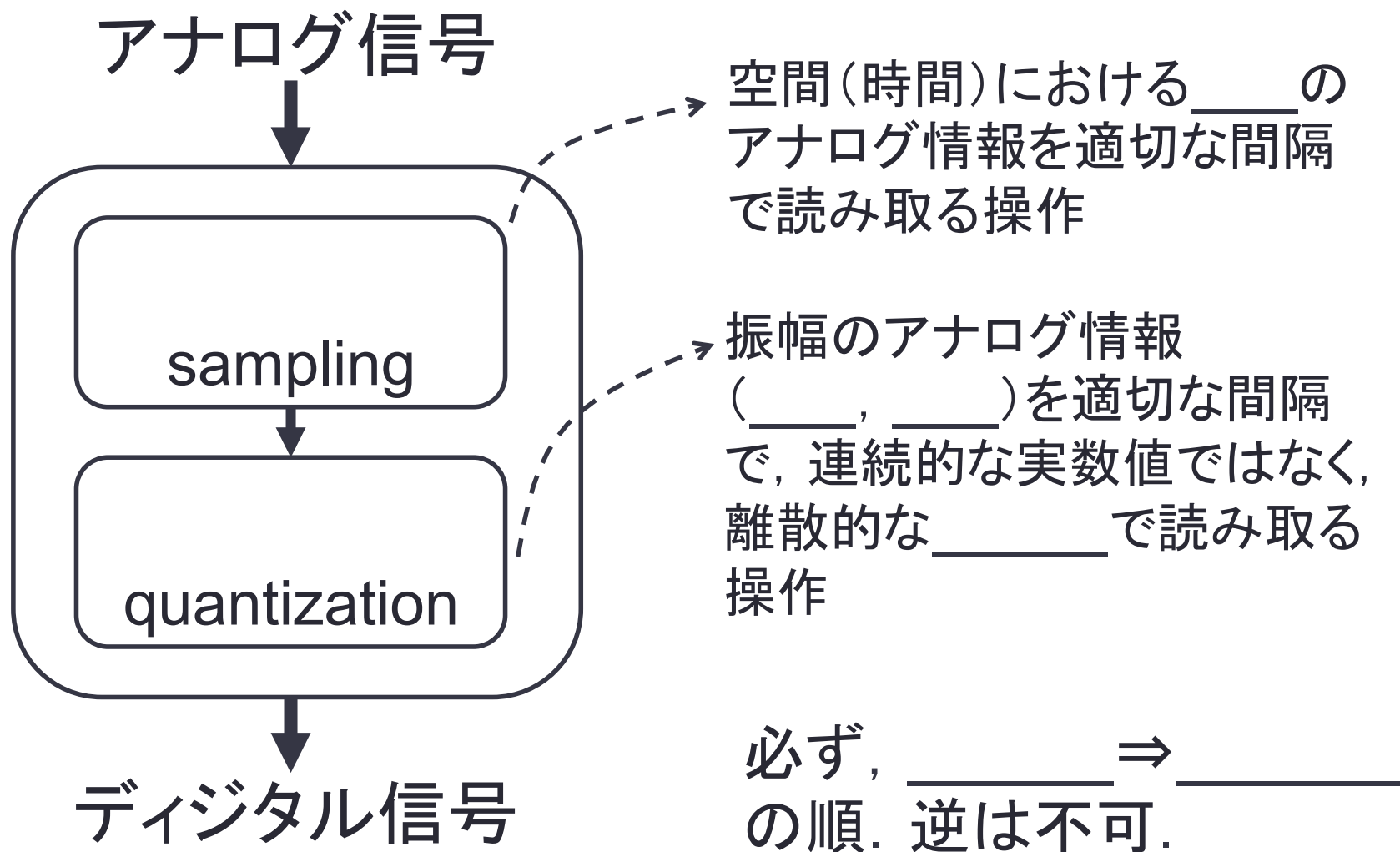


蛍光体内での光の散乱が原因となるボケが生じる

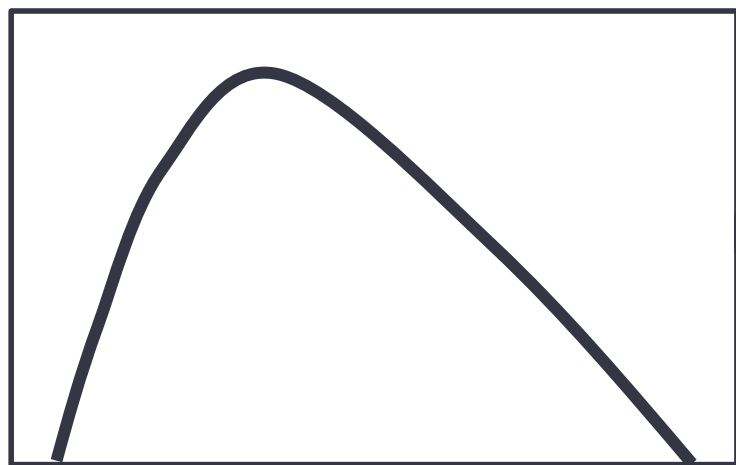
デジタルの利点

- デジタル回路はアナログ回路に比べて_____に強い
- コンピュータで処理・加工することができる
- コンピュータネットワーク上で伝送することができる
- コピー・伝送する際に_____
- 情報を_____することができる
- 情報を_____することができる
- _____するので、文字や音、画像など質の異なった情報を統合できる
- 物・スペースの節約(コンパクトに保存できる)

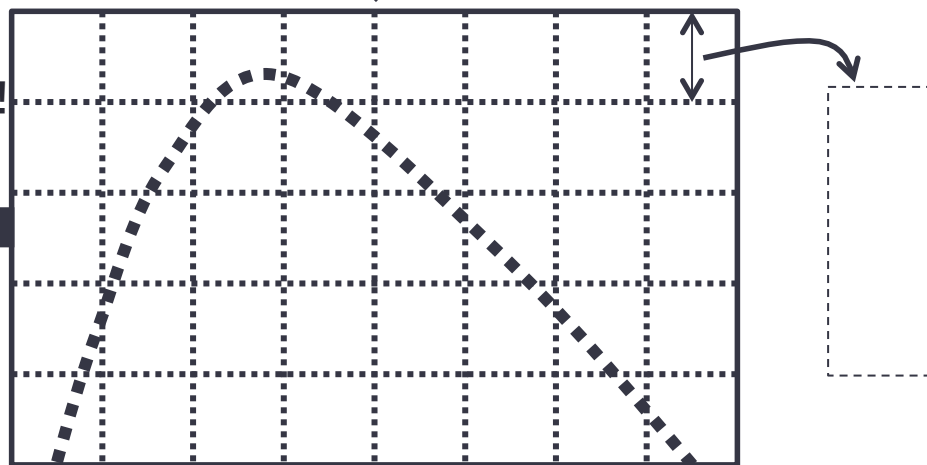
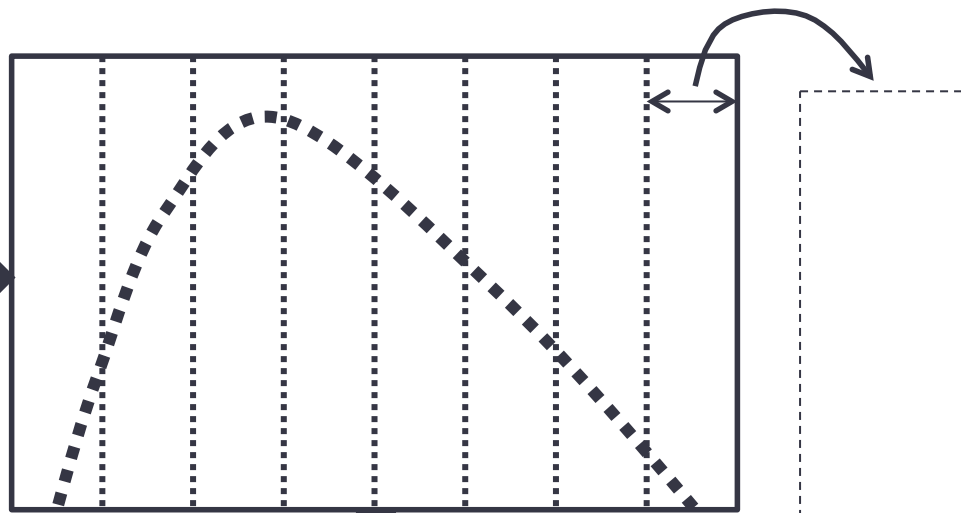
デジタル化 (digitization, A/D変換)



一次元アナログ信号のA/D変換の例



アナログ入力信号



出力はコンピュータが理解できる

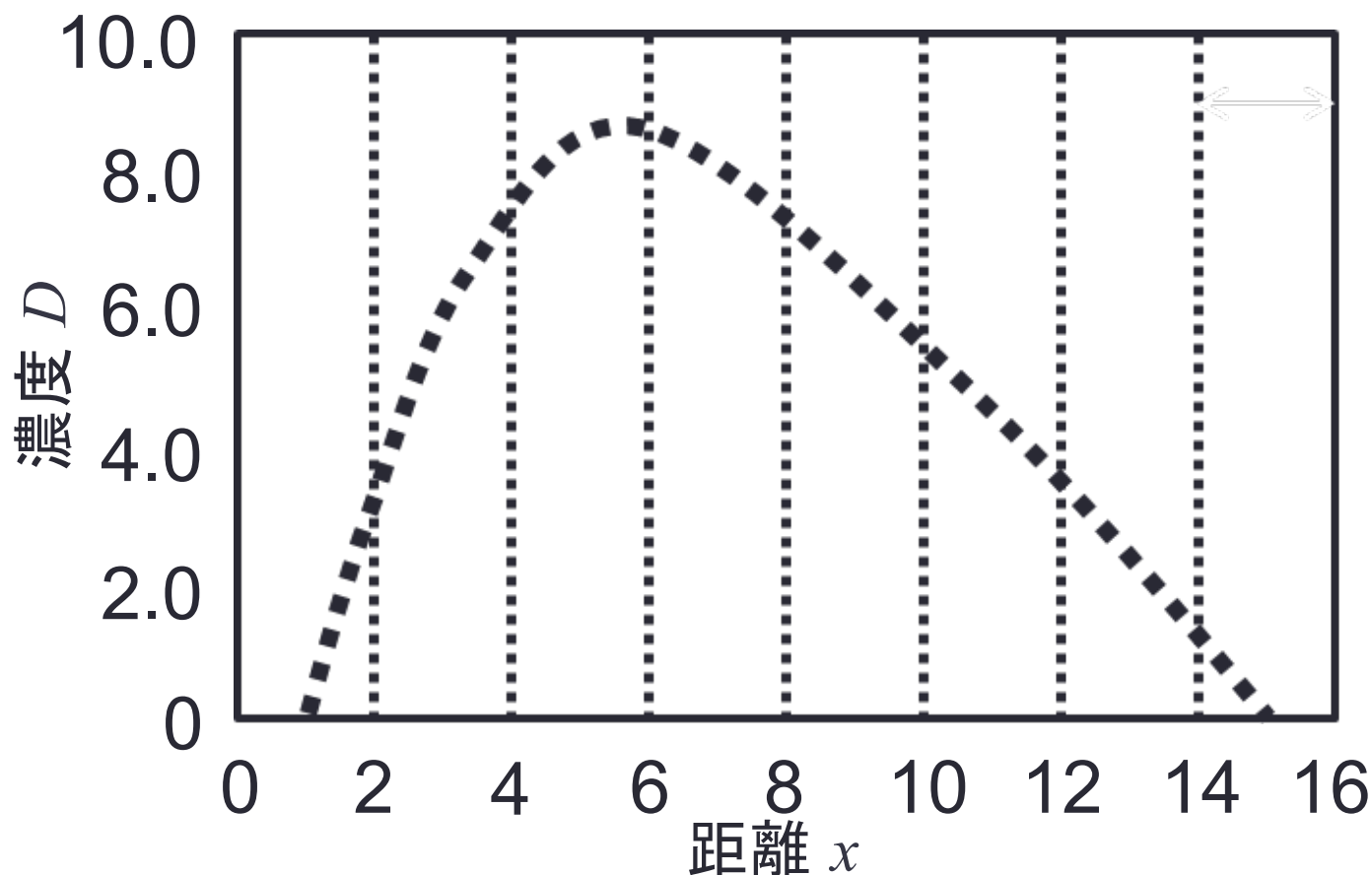
に！

...0100111011101...

デジタル出力信号



サンプリング間隔(Δx)



_____のとき
データ(サンプリング点)の数は_____

_____のとき
データ(サンプリング点)の数は_____

標本化間隔(Δx)が_____ほど, アナログ情報に近くなり,
情報量が_____. 画像では_____の因子である.

_____ (sampling theorem)

- _____ が, どのような値であるべきかを示すもの
- デジタル信号なっても _____ がないようにするためには, アナログ信号をどのようにサンプリングすればよいか, を与えるもの

『 _____ は元の
アナログ信号に含まれる
周波数成分によって決ま
り, 最高周波数成分を $f_{\max}$
とすると, _____ の間
隔 (Δx) で信号をサンプリ
ングする必要がある』

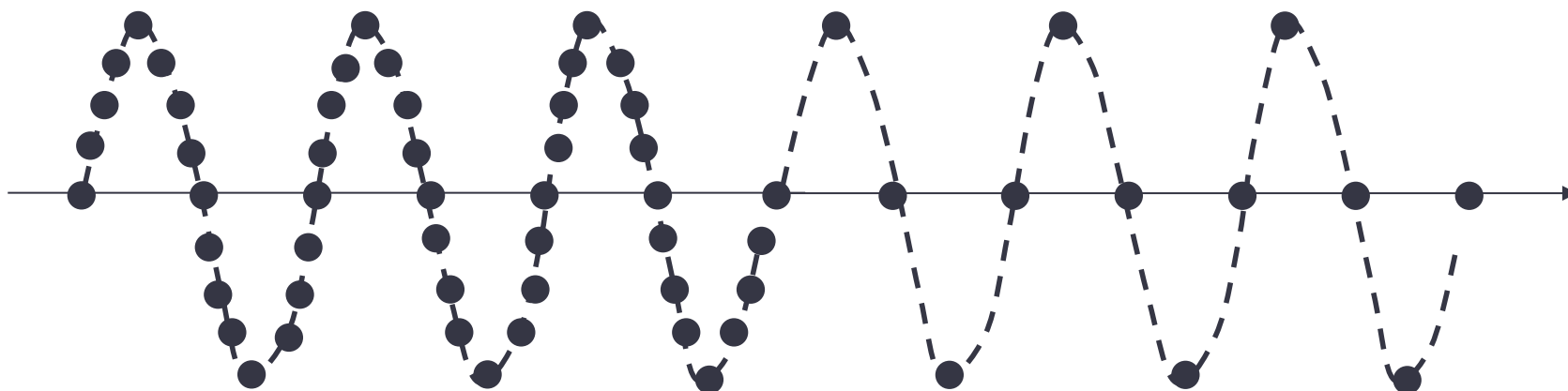
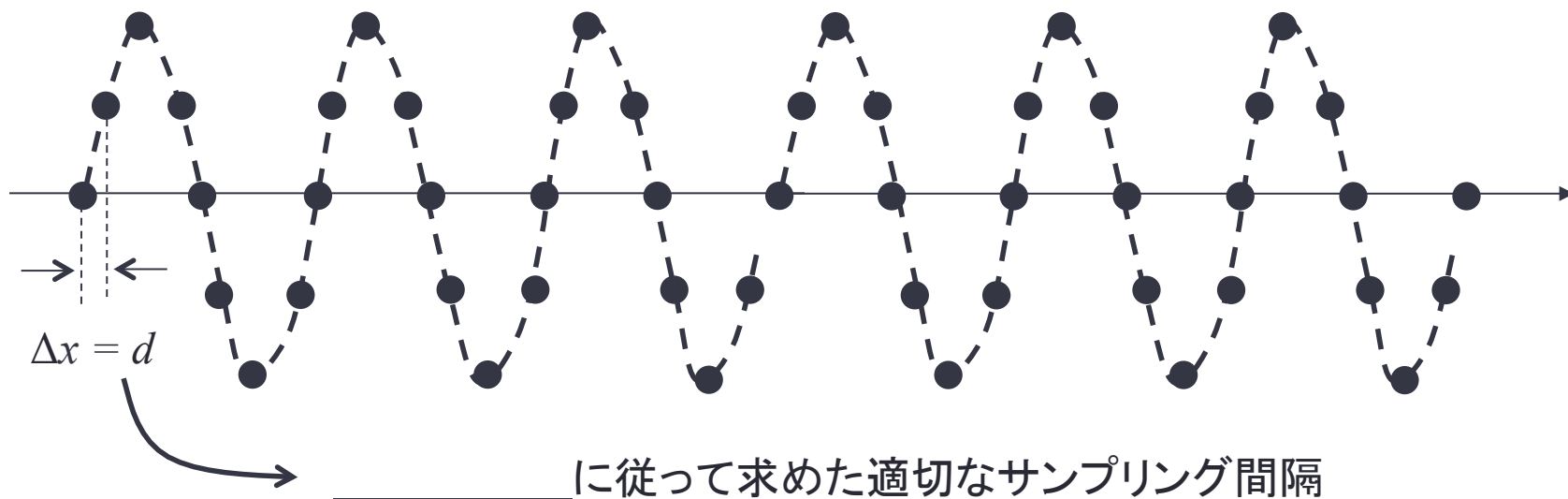
元信号のフーリエ変換から求まる
フーリエスペクトルから見るこ
とができる

例えば, $f_{\max} = 10 \text{ cycles/mm}$ であれば,

_____のサンプリング間隔で標本化
すればよい！

求めた Δx より大きいサンプリング間隔で標本化
を行うこと $\Rightarrow$ _____

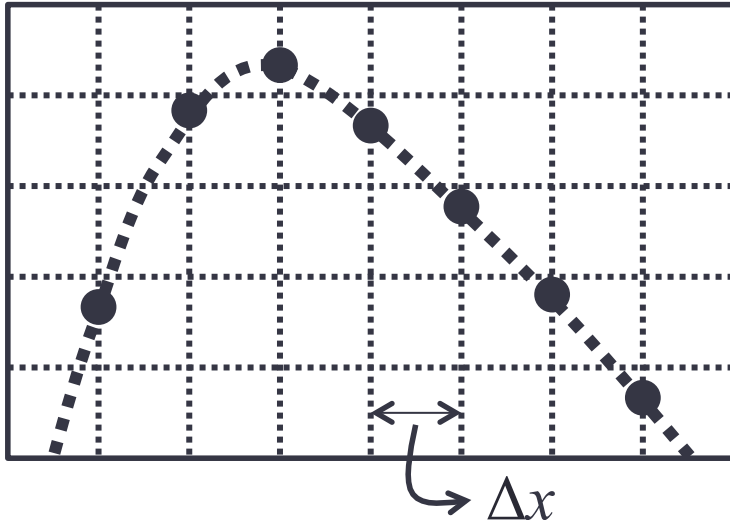
求めた Δx より小さいサンプリング間隔で標本化
を行うこと $\Rightarrow$ _____



d より小さい間隔での標本化

d より大きい間隔での標本化

(Nyquist frequency)



$$\Delta x \leq \frac{1}{2 \cdot f_{\max}} \iff f_{\max} \leq \frac{1}{2 \cdot \Delta x}$$

Δx で標本化が行われたとき、
このようなデジタル系で表
現でき得る最高の周波数
(限界周波数) f_N を考える。



____以上は
表現(再現)できない!

サンプリング定理(別の見方)

原信号をデジタルで完全に再現するためには、
原信号の持つ最大の周波数の_____で
標本化する必要がある

標本化定理の式

Δx : サンプリング間隔 (mm)

f_N : 原信号の持つ最大周波数
(cycles/mm)

$$f_N \leq \frac{1}{2 \cdot \Delta x}$$

言い換えると

アナログ信号をデジタル化する場合、サンプリング周波数 (f_s) の _____
_____までしか再現できない

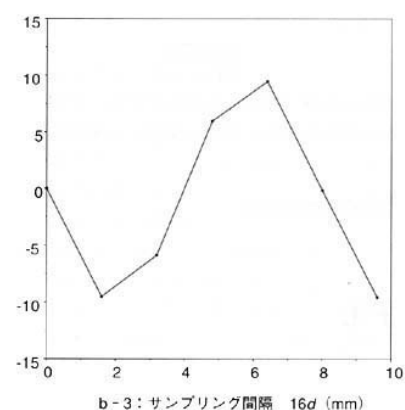
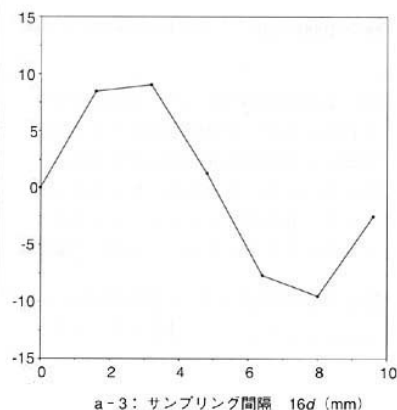
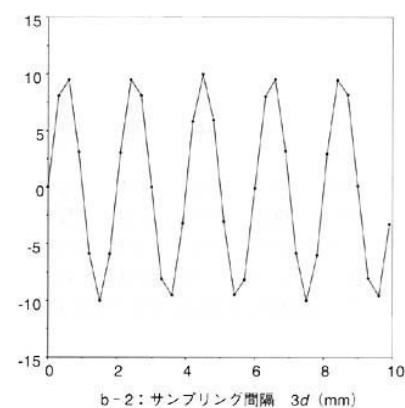
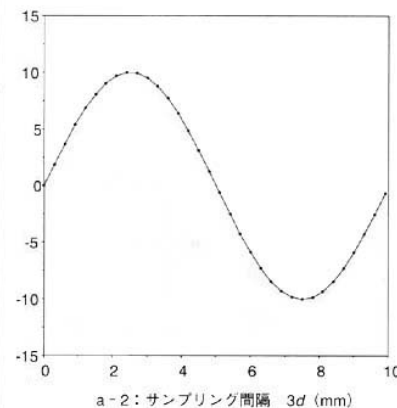
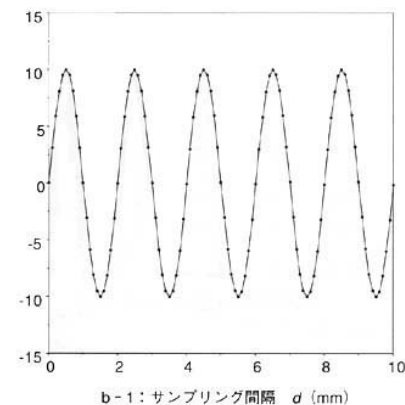
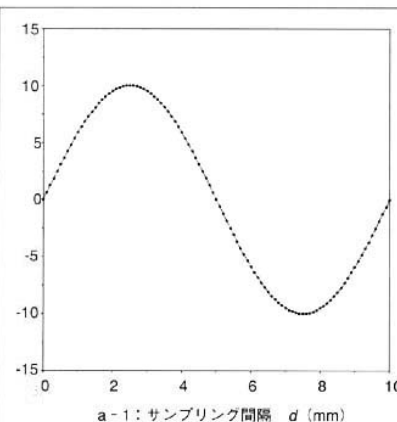
$\Delta x = 0.1 \text{ mm}$ のとき $f_s =$ _____, $f_N =$ _____

を満足しない間隔で標本化を行ったときに発生する誤差

「 」,
「 」

とも呼ばれる

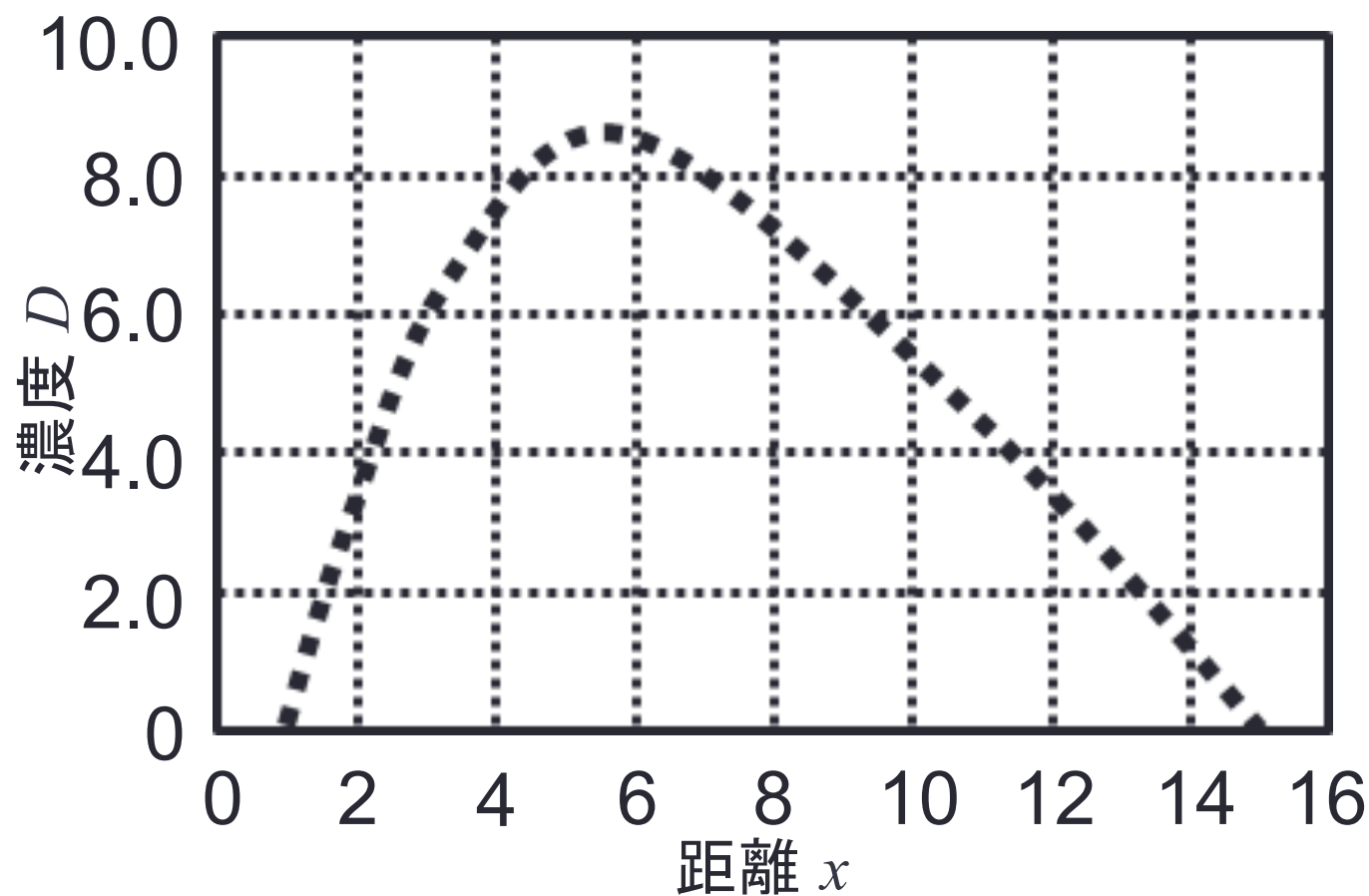
画像では「 」とも呼ばれる

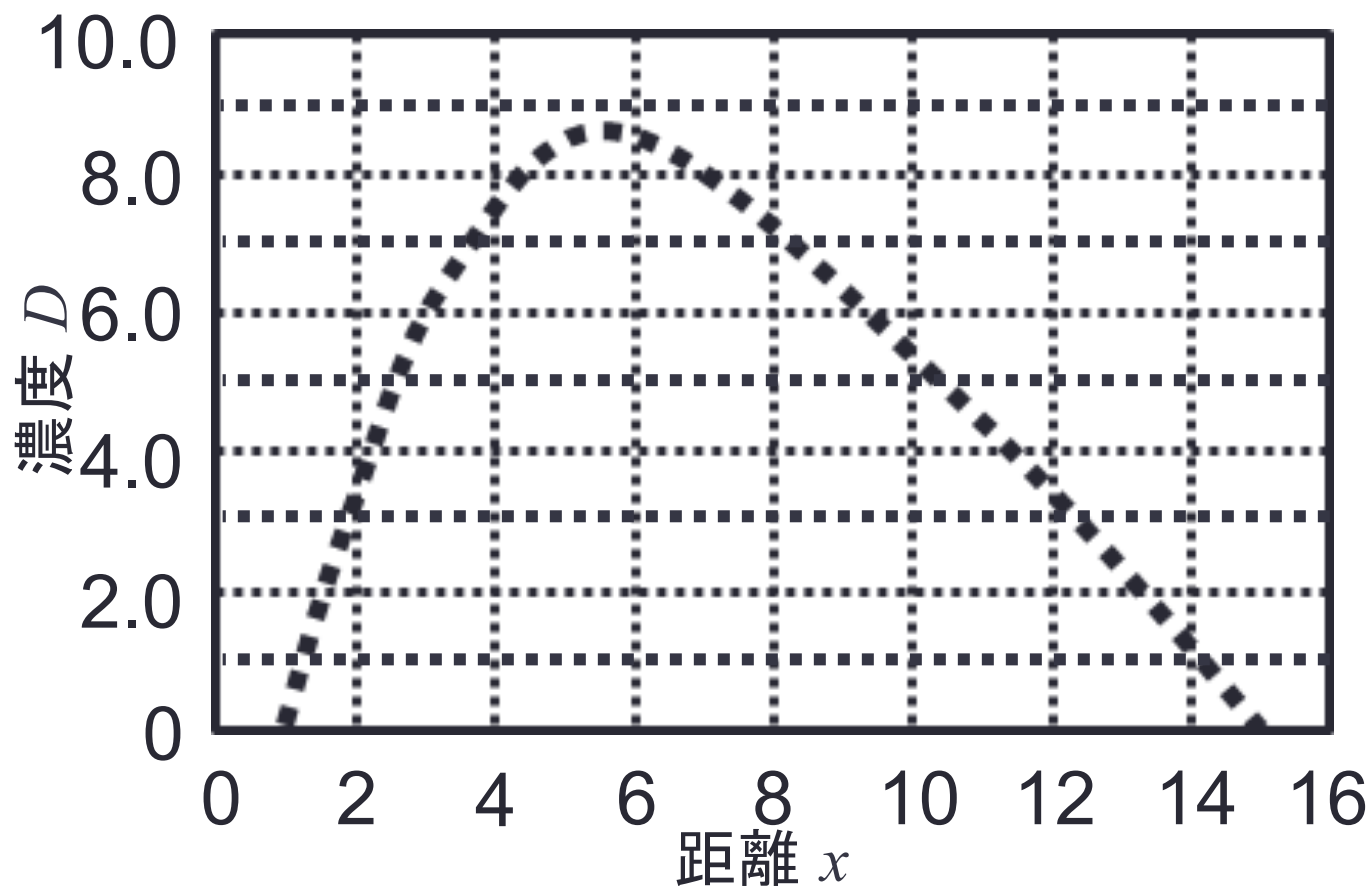


_____ (quantization)

- データの振幅(画像では_____)に対してデジタル化する処理
- 必ず_____に行う
(先に行うことはできない)
- _____(階調, グレイレベル)で表現される. 画素値(ピクセル値)ともいう.
量子化レベル数の表し方
→256階調: _____, 1024階調: _____
- 量子化レベル数が小さいと,
_____が発生する

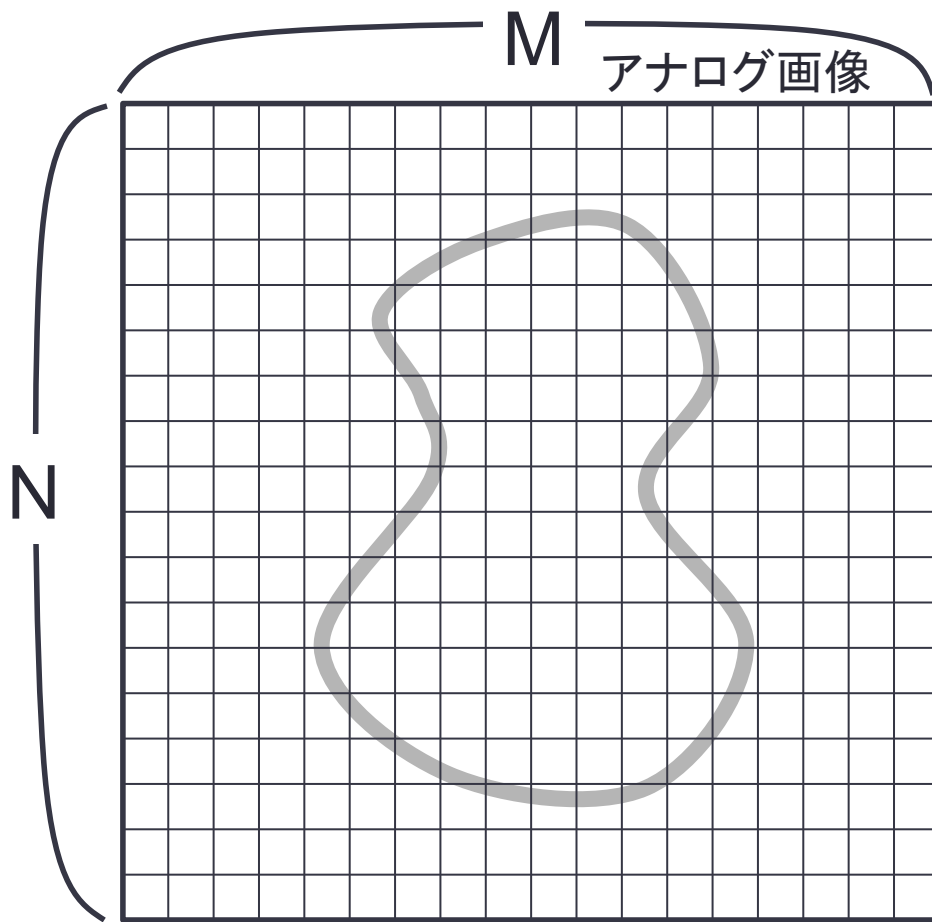
量子化誤差 (quantization error)





量子化間隔が_____ほうが，元データの再現力（表現力）がよくなる．画像では_____の因子である．

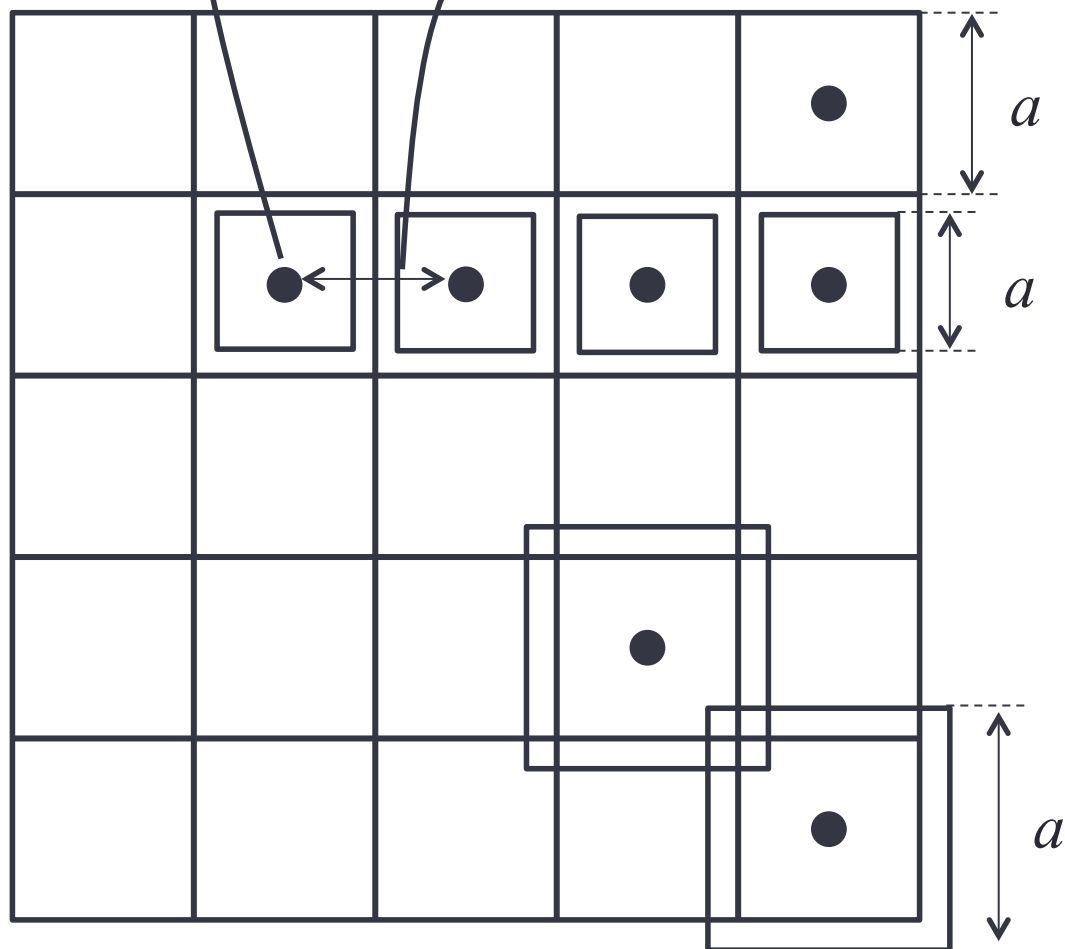
画像のサンプリング

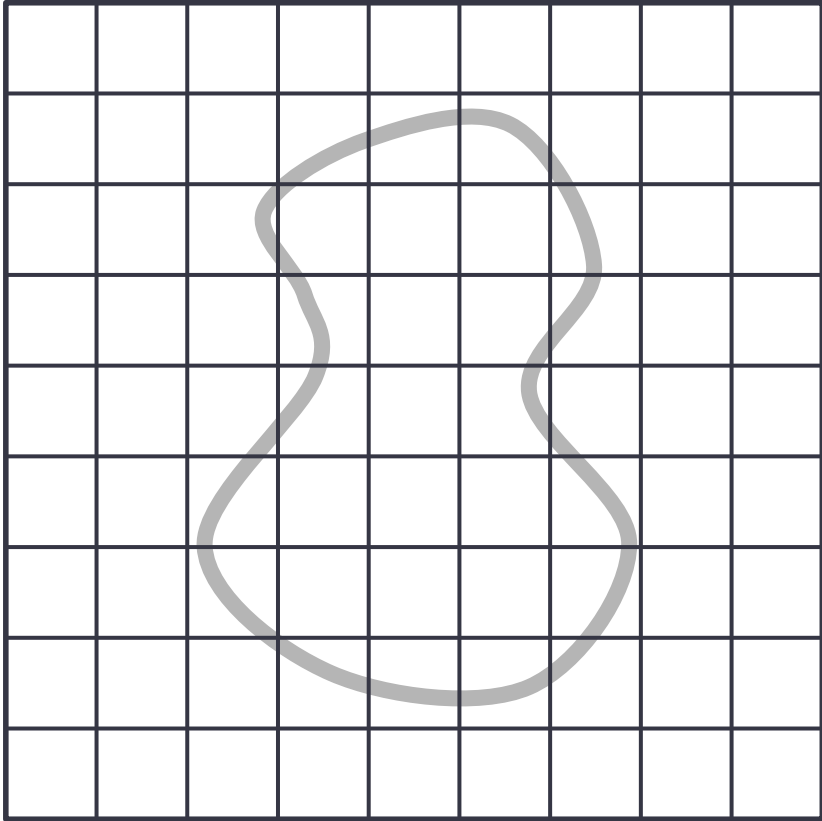


$M \times N$ 個の格子(マトリクス)

画素の中心位置(サンプリング点)

d → サンプリング間隔





	79	23	67	
	17	38	89	
	22	49	51	

アナログ画像



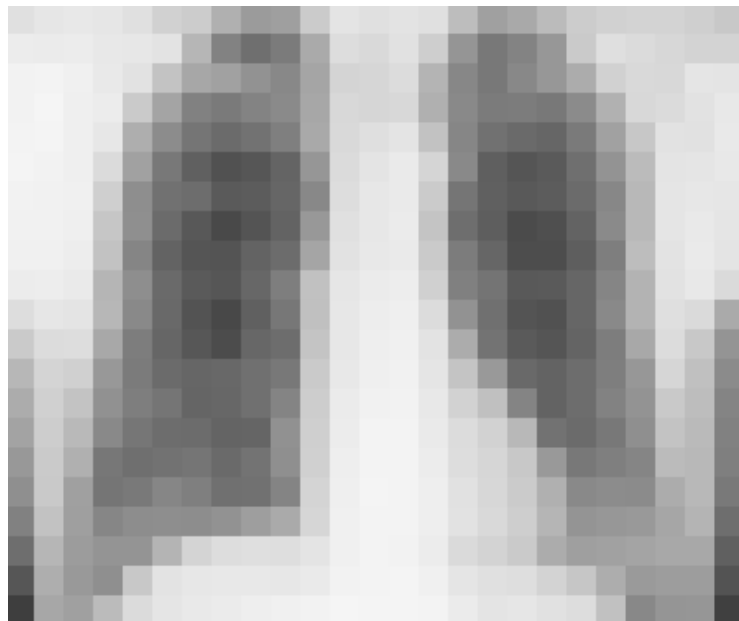
12 × 10 の画素配列



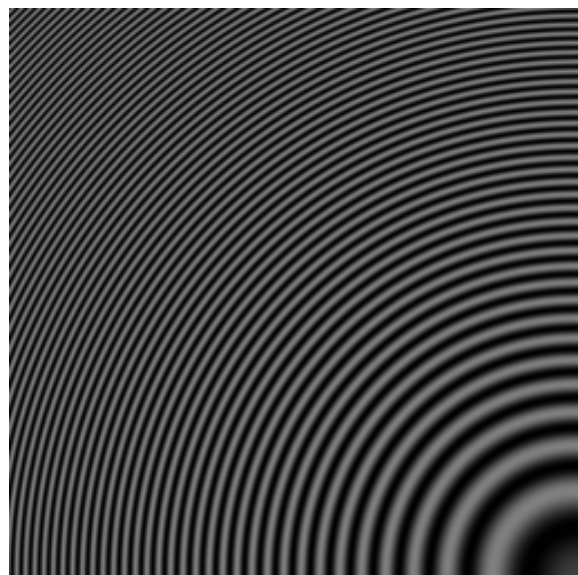
50 × 40 の画素配列



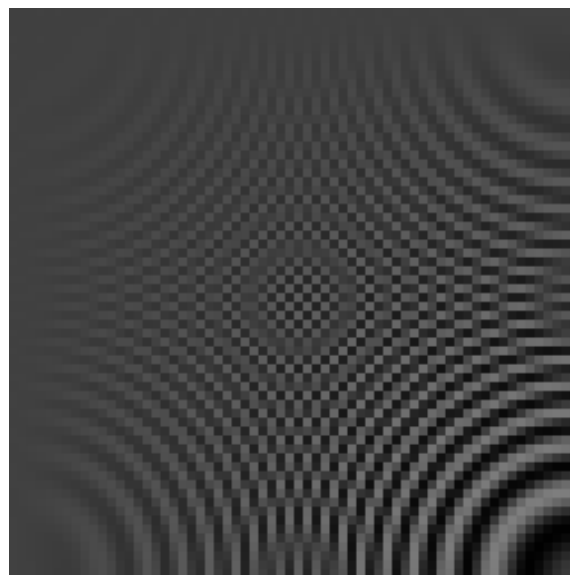
25 × 21 の画素配列



サンプリング間隔の相違と解像特性の変化



サンプリング間隔小



解像特性



サンプリング間隔大

標本化間隔が十分でない(_____を満たさない)と,
_____が発生する



量子化レベル数



画質 (image quality)

- 空間分解能 (spatial resolution)

位置的に接近した2点を_____として見分ける能力

空間分解能が良い → 標本化間隔が小さい
→ 画素数が多い

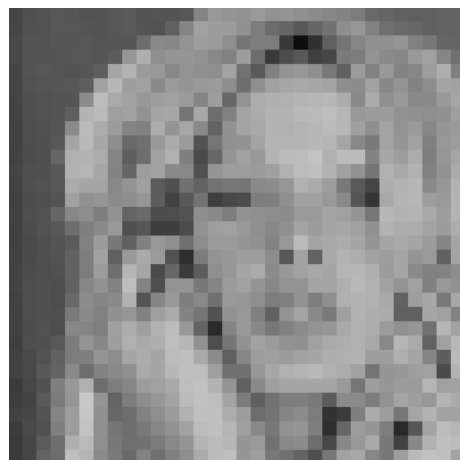
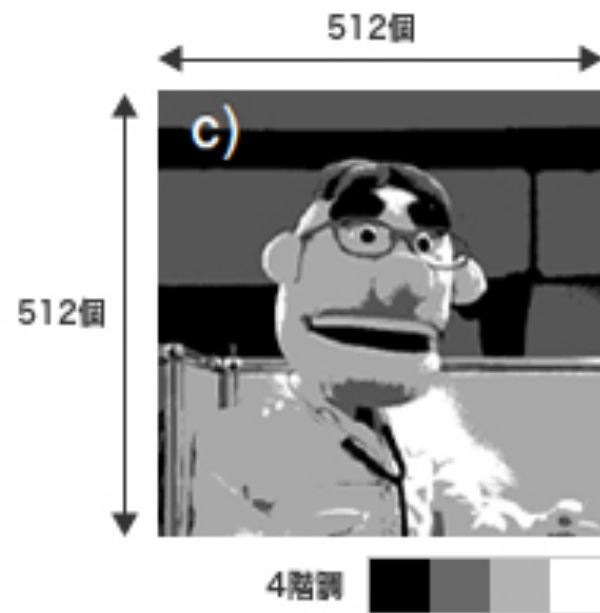
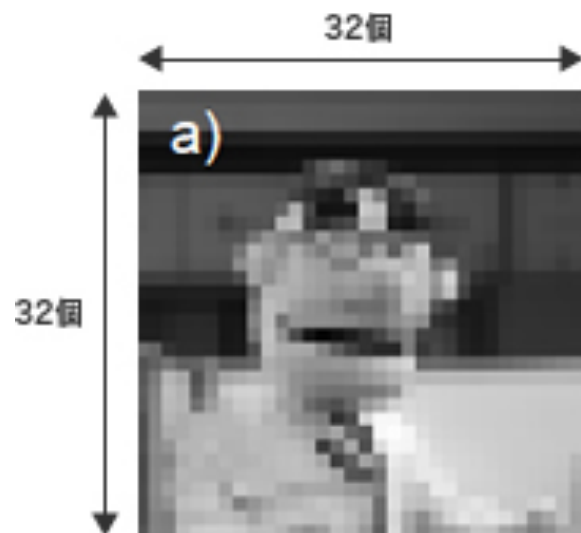
- 濃度分解能 (density resolution)

2点の_____を見分ける能力

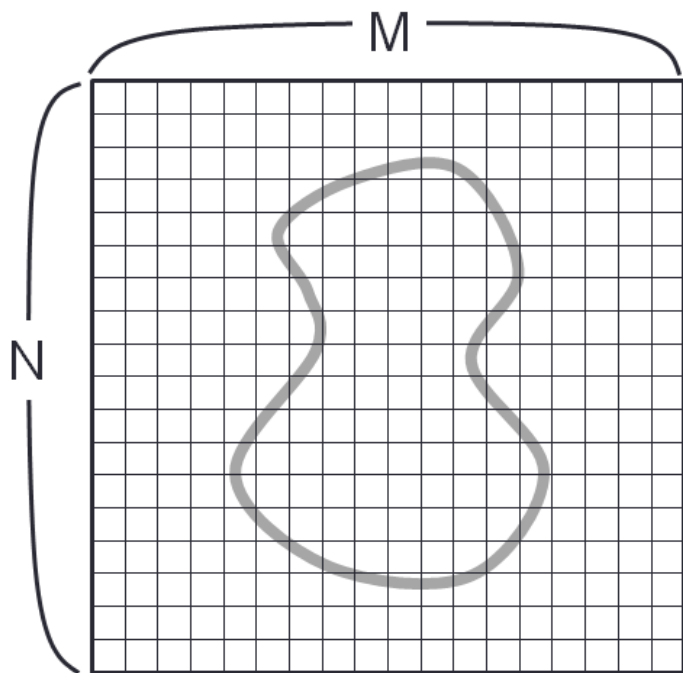
濃度分解能が良い → 量子化間隔が小さい
→ 量子化レベル数が多い

- 時間分解能 (temporal resolution)

一定時間で起きた変化を見分ける能力



画像のデータ量



$$M \times N \times k \text{ (bit)}$$

$$= M \times N \times \underline{\hspace{2cm}} \text{ (byte)}$$

M: 横方向の画素数

N: 縦方向の画素数

k: 量子化レベル[bit]

例1: 1024×1024画素256階調の画像のデータ量?

8 bit(ビット) = _____

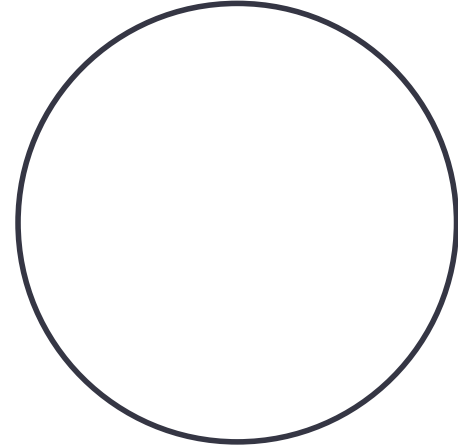
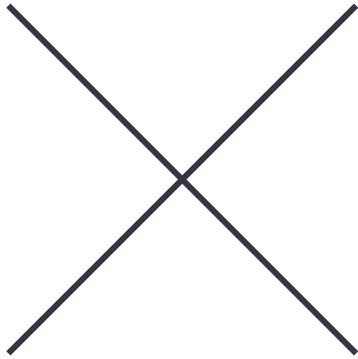
2^{10} byte = 1024 byte = _____

2^{20} byte = 1024 Kbyte = _____

2^{30} byte = 1024 Mbyte = _____

2^{40} byte = 1024 Gbyte = _____

例題：2048×2048画素で12ビットの画像のデータ量？



$$\begin{aligned} &2048 \times 2048 \times 12 / 8 \text{ [byte]} \\ &= 2048 \times 2048 \times 1.5 \text{ [byte]} \\ &= 2 \times 2048 \times 1.5 \text{ [Kbyte]} \\ &= 2 \times 2 \times 1.5 \text{ [Mbyte]} \\ &= 6 \text{ [Mbyte]} \end{aligned}$$

10進数 $\rightarrow$ n進数

x_0 : 10進数表記のある数

$$x_1 = x_0 \div n, \quad a_0 = x_0 \bmod n$$

$$x_2 = x_1 \div n, \quad a_1 = x_1 \bmod n$$

$\vdots$

$$x_{m-1} = x_{m-2} \div n, \quad a_{m-1} = x_{m-2} \bmod n$$

$$x_m = x_{m-1} \div n = 0, \quad a_m = x_{m-1} \bmod n$$

n進数表記: $a_m a_{m-1} \cdots a_1 a_0$

n進数 $\rightarrow$ 10進数

$a_m a_{m-1} \cdots a_1 a_0$: n進数のある数

$$x_0 = n^0 \times a_0 + n^1 \times a_1 \\ \cdots + n^{m-1} \times a_{m-1} + n^m \times a_m$$

10進数表記: x_0

43(10進数) → 2進数

$$x_1 = 43 \div 2 = 21, \quad a_0 = 43 \bmod 2 = 1$$

$$x_2 = 21 \div 2 = 10, \quad a_1 = 21 \bmod 2 = 1$$

$$x_3 = 10 \div 2 = 5, \quad a_2 = 10 \bmod 2 = 0$$

$$x_4 = 5 \div 2 = 2, \quad a_3 = 5 \bmod 2 = 1$$

$$x_5 = 2 \div 2 = 1, \quad a_4 = 2 \bmod 2 = 0$$

$$x_6 = 1 \div 2 = 0, \quad a_5 = 1 \bmod 2 = 1$$

$$a_5 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0 = 101011$$

$$2^5 \times 1$$

$$2^3 \times 1$$

$$2^1 \times 1$$

$$2^0 \times 1$$

43(10進数) → 16進数

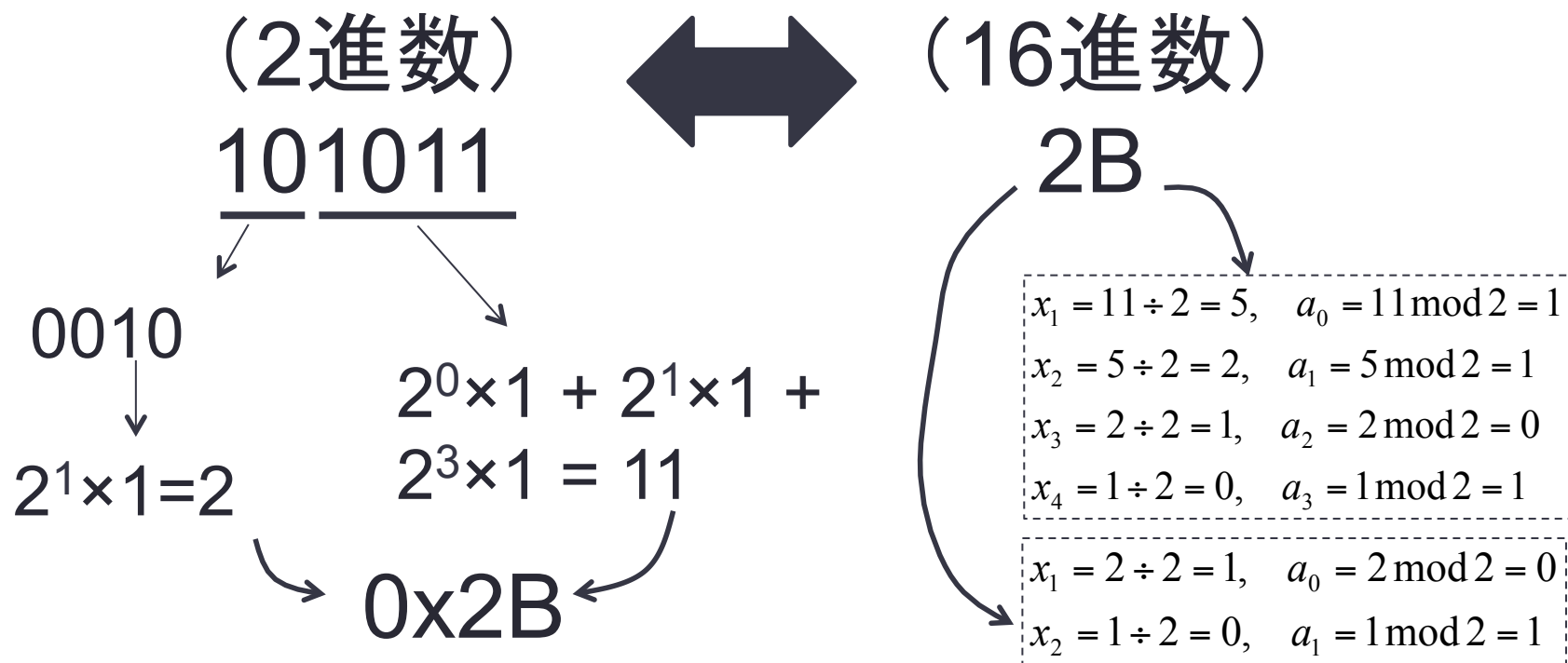
$$x_1 = 43 \div 16 = 2, \quad a_0 = 43 \bmod 16 = 11$$

$$x_2 = 2 \div 16 = 0, \quad a_1 = 2 \bmod 16 = 2$$

$$a_1 a_0 = 2B$$
$$16^1 \times 2$$
$$16^0 \times 11$$

2進数⇔16進数

基本: 16進数の1桁を2進数では4桁で表す



16進数は、数値の先頭に0xをつけて表記されることもある

国家試験問題

サンプリング間隔 $50\mu\text{m}$ で標本化したデジタル画像で表現できる最大空間周波数はどれか.

1. 1 cycles/mm
2. 5 cycles/mm
3. 10 cycles/mm
4. 50 cycles/mm
5. 100 cycles/mm

国家試験問題

マトリクスサイズ 1024×1024 画素, 階調数16ビットの画像のコンピュータ上でのファイル容量は何メガバイトになるか.

1. 1.0 メガバイト
2. 1.5 メガバイト
3. 2.0 メガバイト
4. 2.5 メガバイト
5. 4.0 メガバイト