

31 フーリエ変換で正しいのはどれか。

1. 非線形変換である。
2. 余弦関数は実部と虚部がある。
3. 矩形波関数は sinc 関数になる。
4. デルタ関数はガウス関数になる。
5. 離散フーリエ変換は実空間領域への変換である。

◎ 指示があるまで開かないこと。

(令和6年2月15日 9時30分～12時05分)

48 フーリエ変換は、式 $F(u) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-i2\pi ux} dx$ で表される。

この式の核関数である $e^{-i2\pi ux}$ は Euler〈オイラー〉の公式を用いるとどのように書けるか。

ただし、 u ：空間周波数、 x ：位置、 $f(x)$ ：空間関数、 $F(u)$ ： $f(x)$ のフーリエ変換、 i ：虚数単位とする。

1. $\cos(2\pi ux) + \sin(2\pi ux)$
2. $\cos(2\pi ux) - \sin(2\pi ux)$
3. $\cos(2\pi ux) + i\sin(2\pi ux)$
4. $\cos(2\pi ux) - i\sin(2\pi ux)$
5. $\cos(-2\pi ux) - i\sin(-2\pi ux)$

75

午 後

◎ 指示があるまで開かないこと。

(令和5年2月16日 13時25分～16時00分)

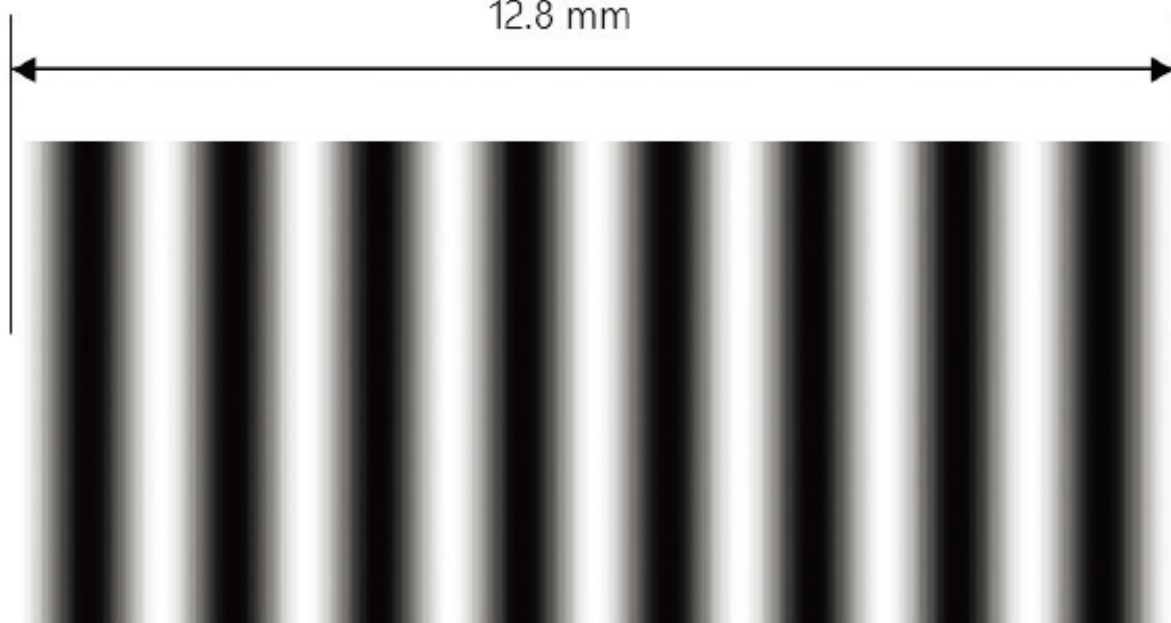
94 解像力チャートの像(別冊No. 17)を別に示す。

空間周波数[cycles/mm]に最も近いのはどれか。

No. 17

(問題 94)

12.8 mm



1. 0.3

2. 0.6

3. 1.2

4. 1.6

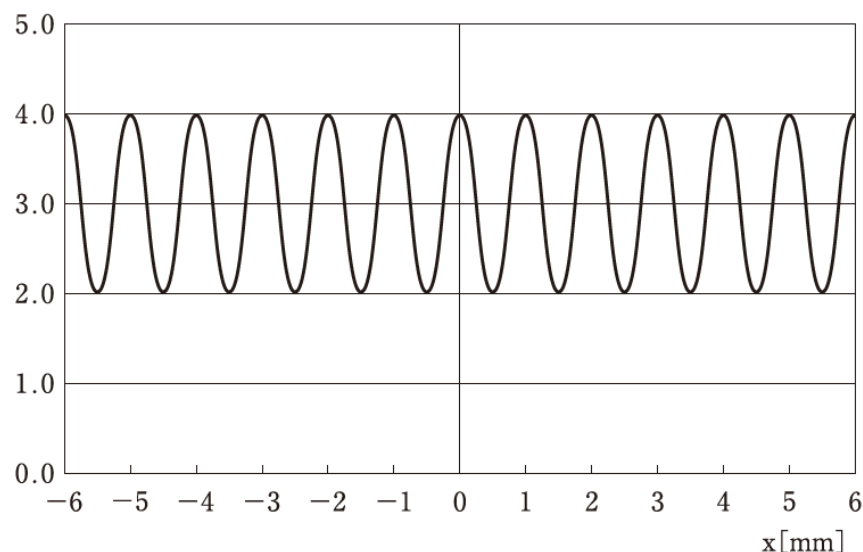
5. 3.2

49 フーリエ変換の性質で正しいのはどれか。

ただし、 $f(x)$ 、 $g(x)$ は空間の関数で、 $F(u)$ 、 $G(u)$ はそれぞれの関数のフーリエ変換とする。

1. $f(2x)$ のフーリエ変換は $F(2u)$ である。
2. $2f(x)$ のフーリエ変換は $\frac{1}{2}F(u)$ である。
3. $|f(x)|$ の面積と $|F(u)|$ の面積は等しい。
4. $f(x) + g(x)$ のフーリエ変換は $F(u)G(u)$ である。
5. $f(x)$ と $f(x-2)$ のフーリエ変換の絶対値は等しい。

47 図に示す余弦関数を Fourier<フーリエ>変換した結果で正しいのはどれか。2つ
選べ。



1. $0[\text{cycles/mm}]$ の成分は 0.0 である。
2. $1[\text{cycle/mm}]$ の実数部は 1.0 である。
3. $1[\text{cycle/mm}]$ の虚数部は 1.0 である。
4. $-1[\text{cycle/mm}]$ の実数部は 1.0 である。
5. $-1[\text{cycle/mm}]$ の虚数部は -1.0 である。

◎ 指示があるまで開かないこと。

(平成 31 年 2 月 21 日 13 時 25 分 ~ 16 時 00 分)

45 Fourier〈フーリエ〉変換で正しいのはどれか。

1. 偶関数の Fourier 変換は虚数になる。
2. Fourier 変換で得られる周波数成分には虚部と実部がある。
3. 画像のパワースペクトルを逆 Fourier 変換すると元の画像になる。
4. 畳み込み積分の Fourier 変換はそれぞれの Fourier 変換の和に等しい。
5. Fourier 変換で得られるスペクトルの絶対値をパワースペクトルという。

◎ 指示があるまで開かないこと。

(平成 30 年 2 月 22 日 13 時 25 分 ~ 16 時 00 分)

- 46 1次元の関数 $f(x)$ と $g(x)$ の畳み込み積分を表す式で正しいのはどれか。
ただし、 x 、 x' はともに x 軸上の位置を表す変数である。

1. $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \cdot g(x) dx$

2. $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \cdot g(x + x') dx$

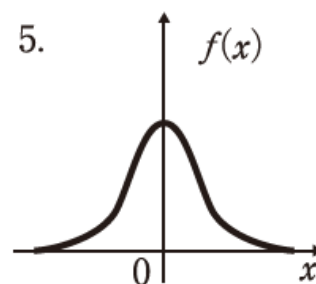
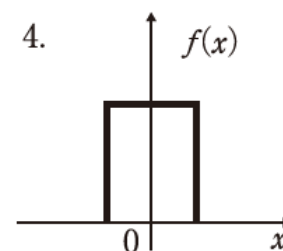
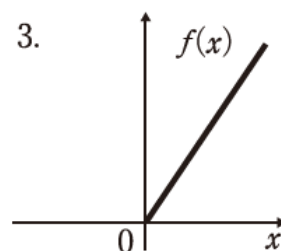
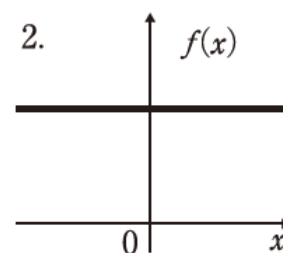
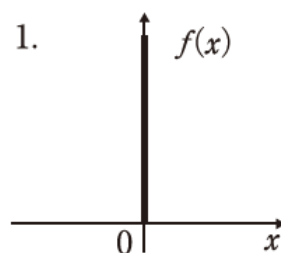
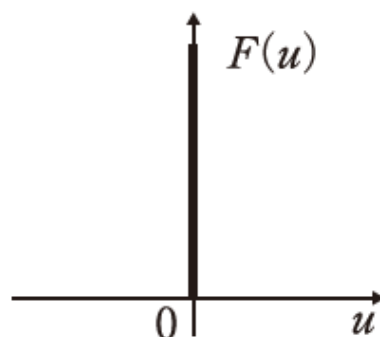
3. $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x') \cdot g(x' + x) dx'$

4. $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x') \cdot g(x - x') dx'$

5. $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x') \cdot g(x' - x) dx'$

◎ 指示があるまで開かないこと。

(平成 29 年 2 月 23 日 9 時 30 分 ~ 12 時 05 分)

94 関数 $f(x)$ を Fourier<フーリエ>変換して得た関数 $F(u)$ を図に示す。 $f(x)$ を表すのはどれか。

◎ 指示があるまで開かないこと。

(平成 29 年 2 月 23 日 9 時 30 分 ~ 12 時 05 分)

48 Fourier〈フーリエ〉変換で正しいのはどれか。2 つ選べ。

1. 線形変換である。
2. 対称性を持たない。
3. 偶関数を Fourier 変換すると純虚数になる。
4. Parseval〈パーシバル〉の定理はパワースペクトルの性質を表している。
5. 実空間のコンボリューション積分は周波数空間でそれぞれの関数の和となる。

47 Fourier〈フーリエ〉変換で正しいのはどれか。

1. 奇関数の Fourier 変換は実数になる。
2. Fourier 変換で得られる周波数成分には虚部と実部がある。
3. 画像のパワースペクトルを逆 Fourier 変換すると元の画像になる。
4. 畳み込み積分の Fourier 変換はそれぞれの Fourier 変換の和に等しい。
5. Fourier 変換で得られるスペクトルの絶対値をパワースペクトルという。

X線画像の画質に影響する因子

(a) X線スペクトル

・低いエネルギー

・散乱線

画像形成に役立っていない
(被写体に吸収される)

付加フィルタを用いて取り除く

Contrast低下の原因
Gridを用いて除去する

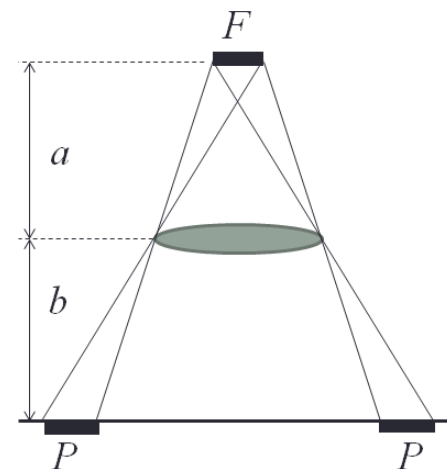
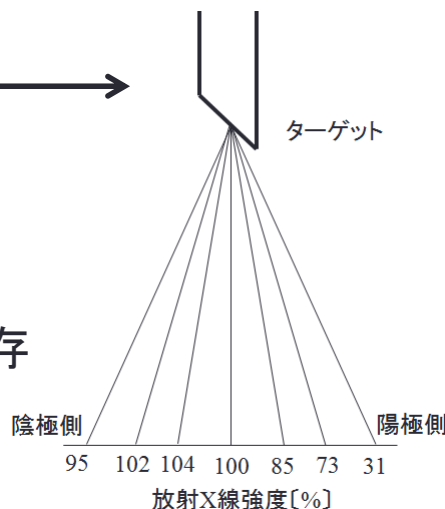
(b) 幾何学的不鋭

→ ・焦点の大きさ

$$P = F \times \frac{b}{a}$$

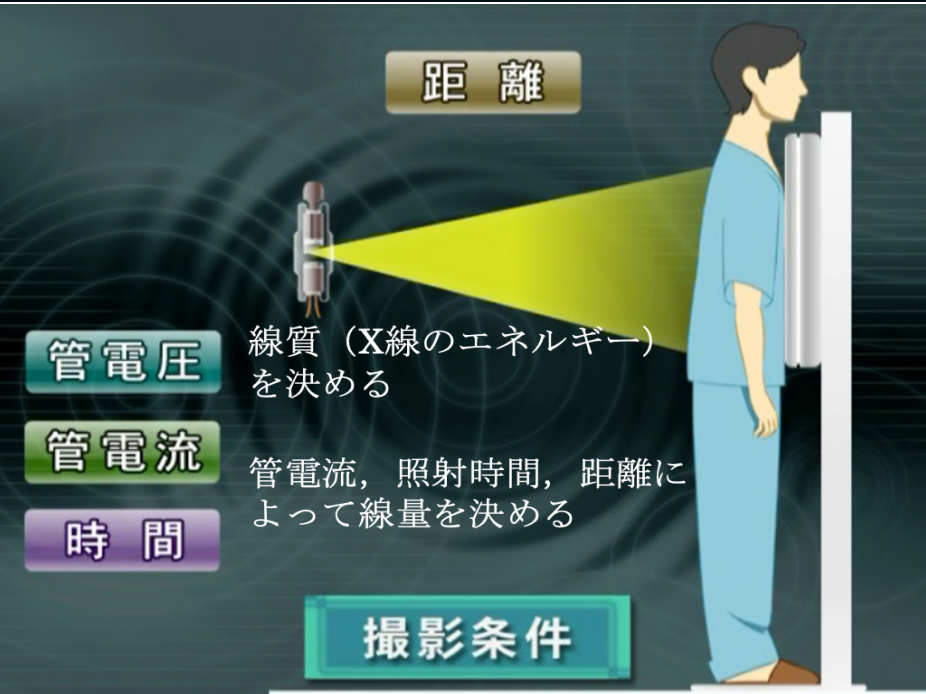
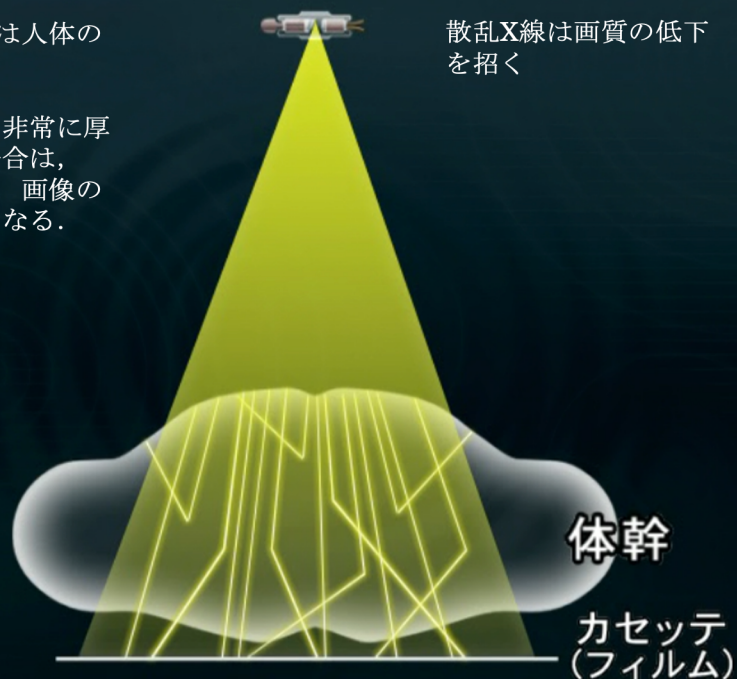
(b) ヒール効果

- ・X線照射分布の不均一性
- ・原因は陽極ターゲットの構造
- ・焦点－被写体間距離にも依存



基本的にX線は人体の中で散乱する

体幹のような非常に厚い被写体の場合は、X線が散乱し、画像の雑音の原因となる。



管電圧 (kV)

線質 (X線のエネルギー) を決める条件

X線透過性を調整

- 低い → 長波長のX線 (透過力弱)
- 高い → 短波長のX線 (透過力強)

人体の撮影：45 kV～150 kVで調整

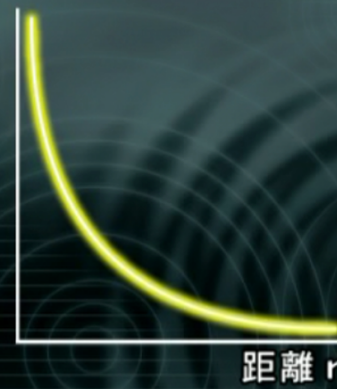


被写体が厚い場合、
透過力の強いX線を使う

管電圧:高

管電圧:低

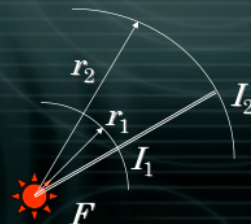
被写体が薄い場合、
透過力の弱いX線を使う



距離 (cm)

X線は距離の逆二乗則 $\frac{1}{r^2}$ に
従って減衰

$$I_1 \cdot R_1^2 = I_2 \cdot R_2^2$$



X線焦点からの距離 r_1, r_2 その点での強さ I_1, I_2

管電流 (mA)

×

時間 (sec)

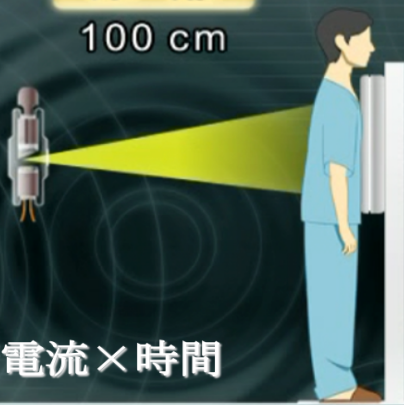
積が同じなら
発生するX線の
線量は同じ

管電圧

70 kV

距離

100 cm



X線量 = 管電流 × 時間

管電流

100 mA



50 mA



時間

0.5 sec

1.0 sec

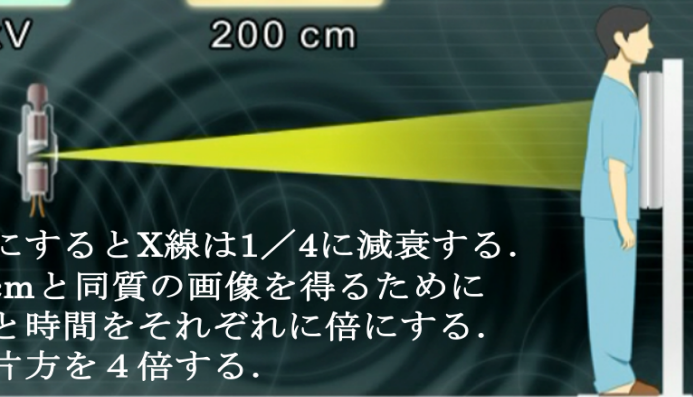
照射線量が同じになり、同質の画像が得られる

管電圧

70 kV

距離

200 cm



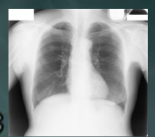
距離を倍にするとX線は1/4に減衰する。
距離100 cmと同質の画像を得るため
には管電流と時間をそれぞれに倍にする。
あるいは片方を4倍する。

管電流

200 mA



100 mA



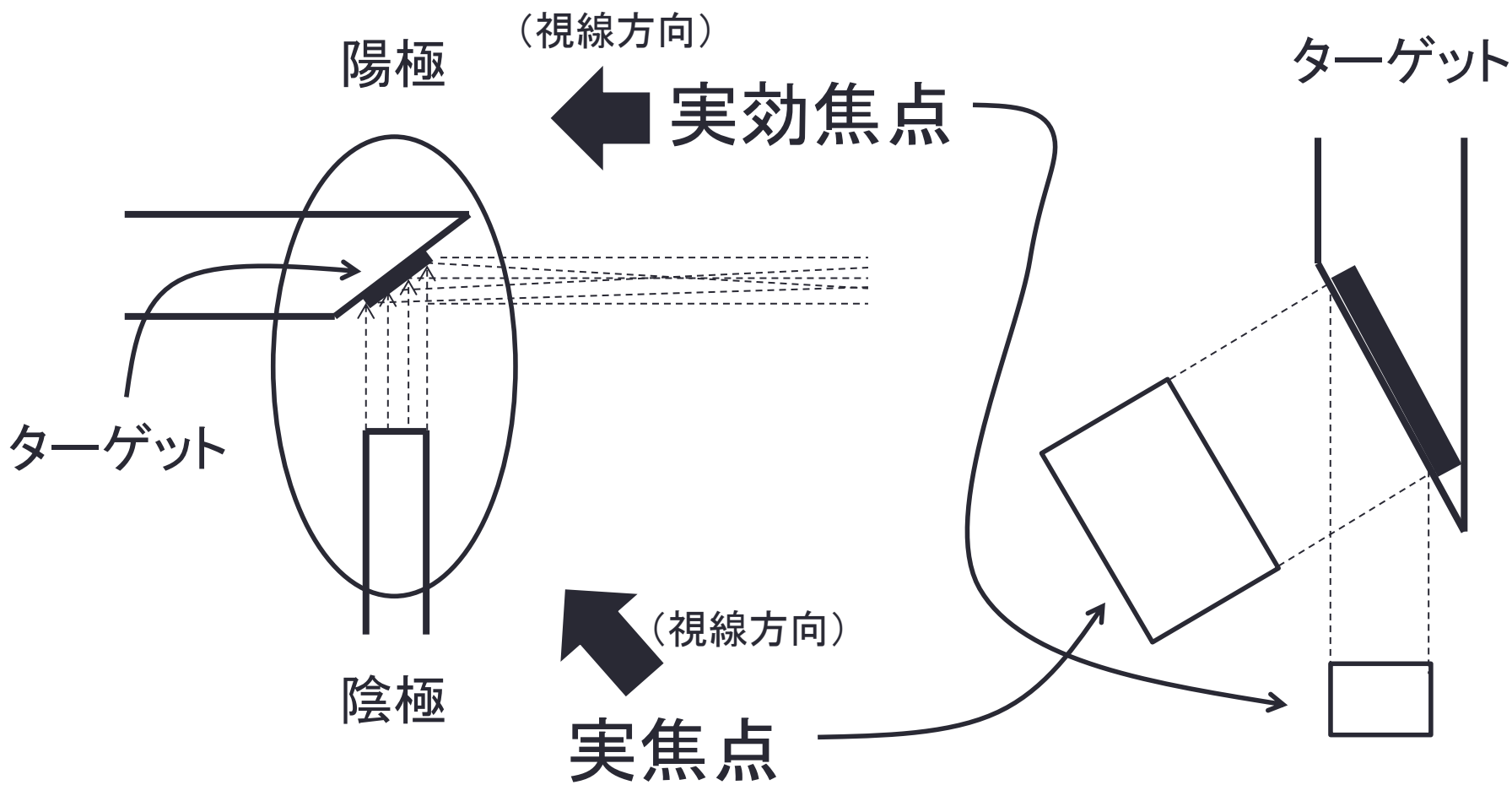
時間

1.0 sec

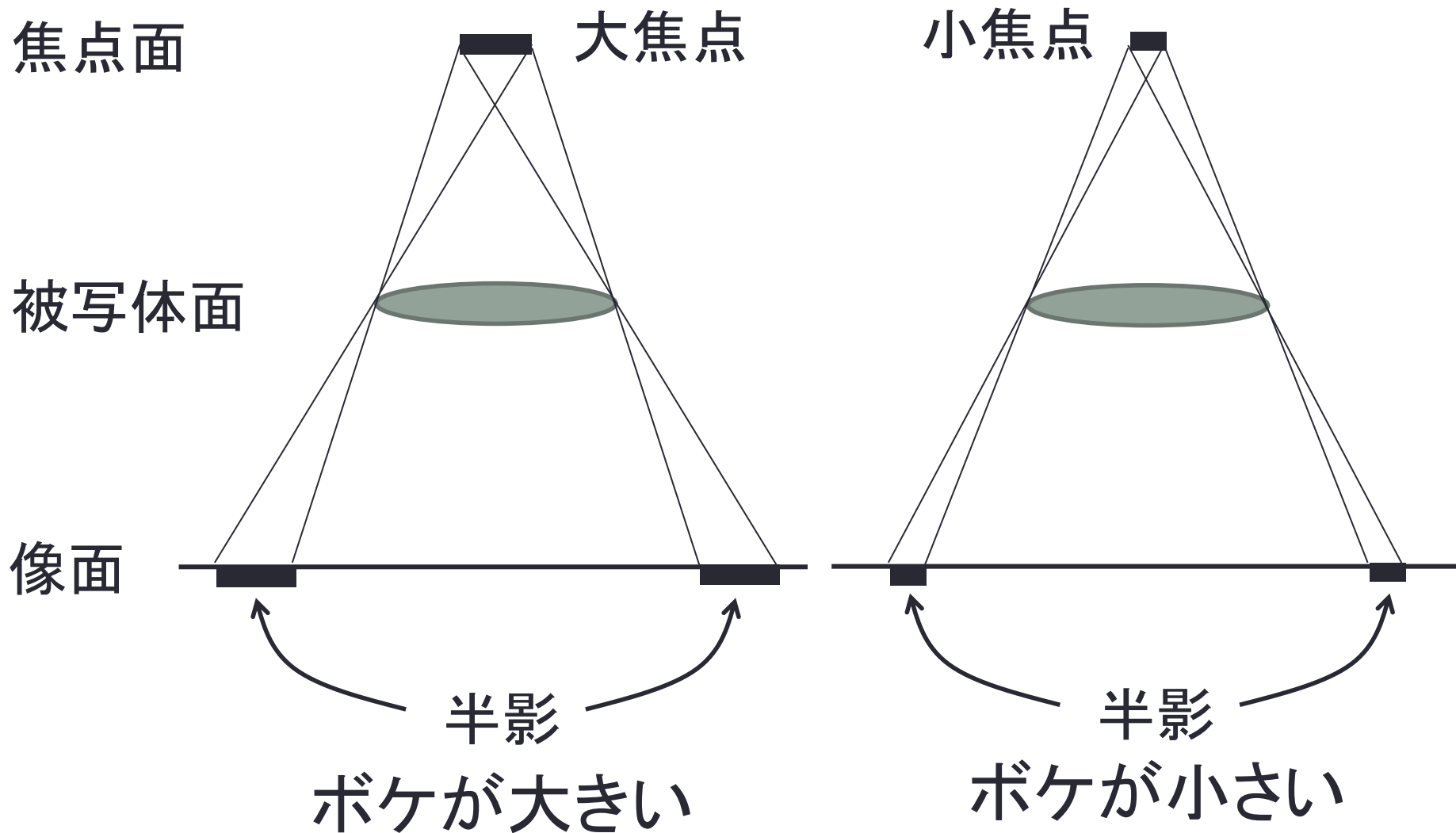
2.0 sec

距離100cmのときと同質の画像になる

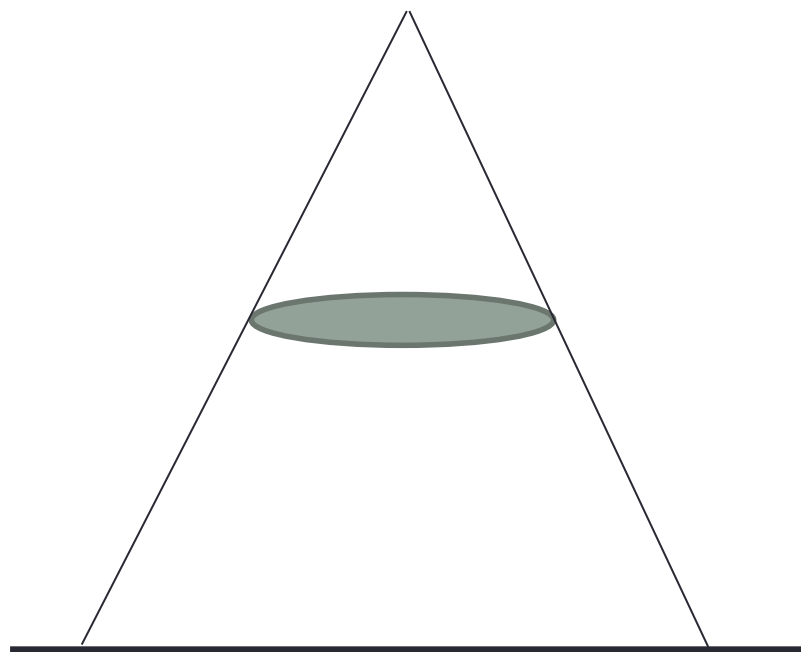
X線管焦点と画角特性



幾何学的不鋭



点焦点
(理想)



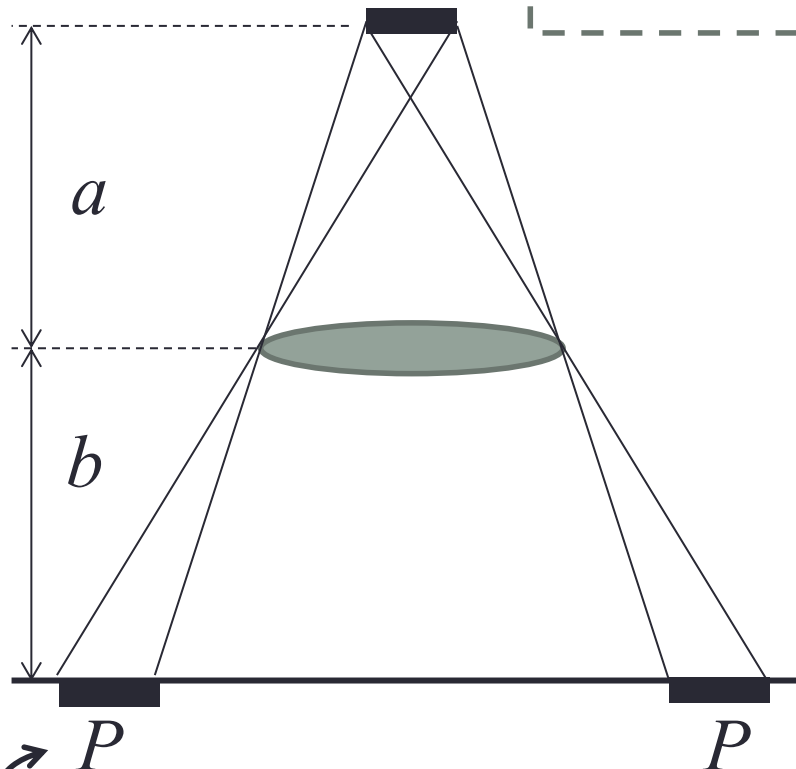
半影は発生しない
(ボケは生じない)

焦点寸法(F)



拡大率(M)

$$M = \frac{a+b}{a}$$

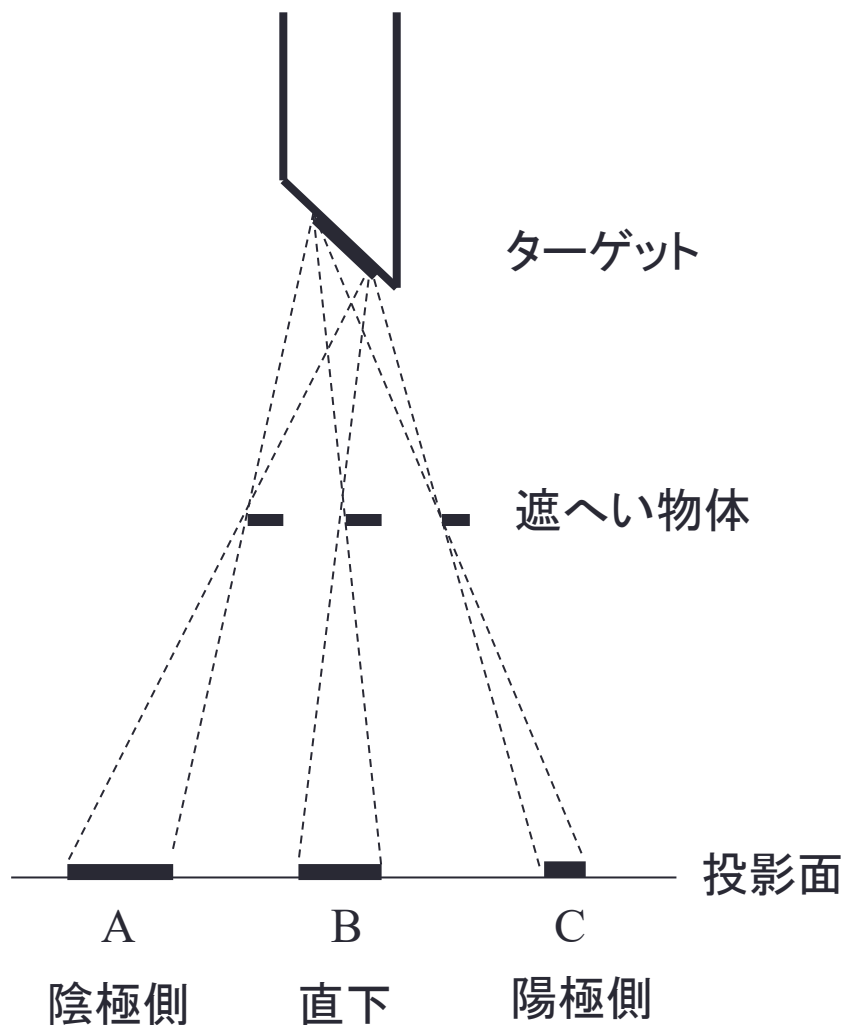


半影(P)

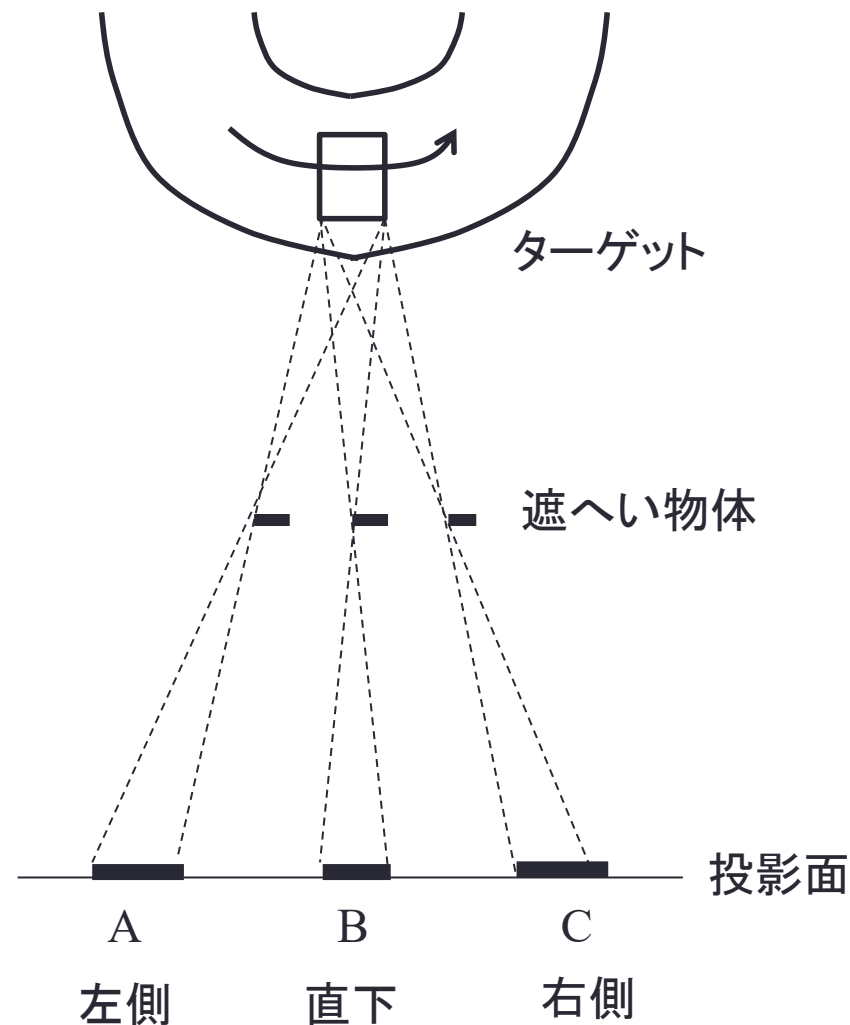
$$P = F \times (M - 1) = F \times \frac{b}{a}$$

拡大率1.5倍の撮影で、半影は 0.3 mmであった。焦点－被写体間距離を変化させないで拡大率2倍の撮影を行うと半影は何mmになるか。

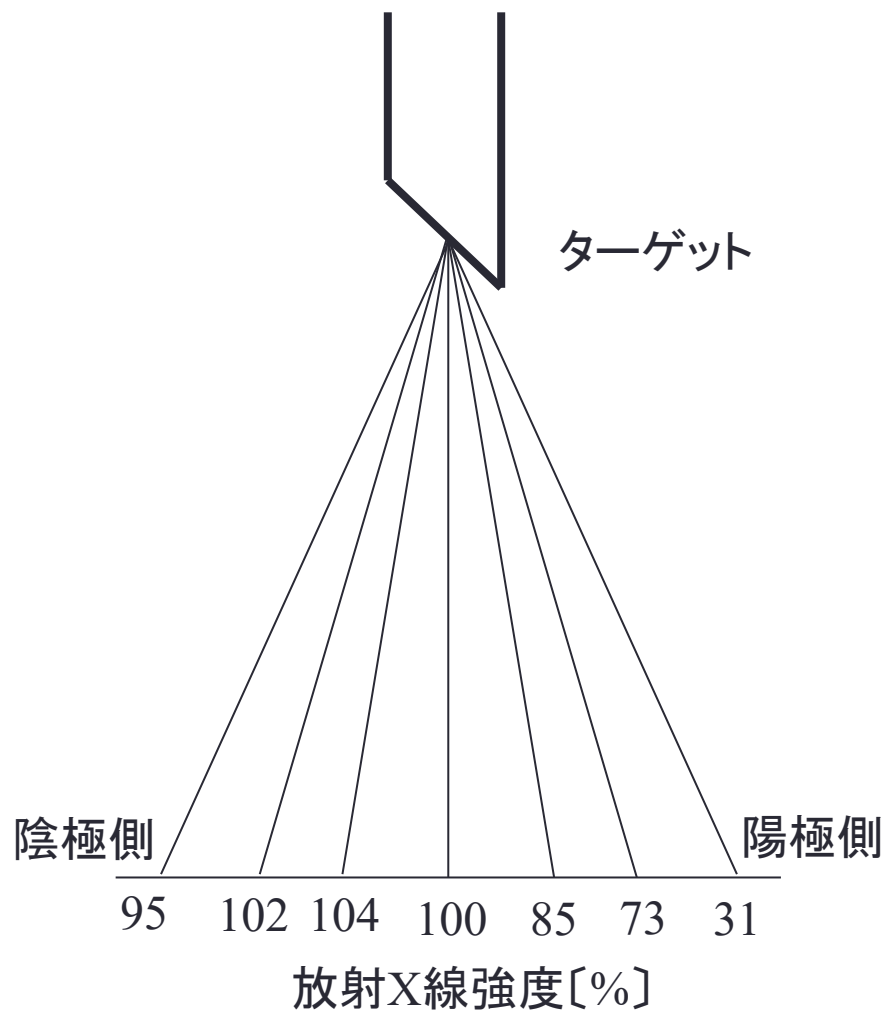
焦点－被写体間距離 40 cm, 被写体－X線検出器間距離 30 cm
の幾何学的配置において焦点寸法 2.0 mmで撮影したときの半影
の大きさはいくつか。



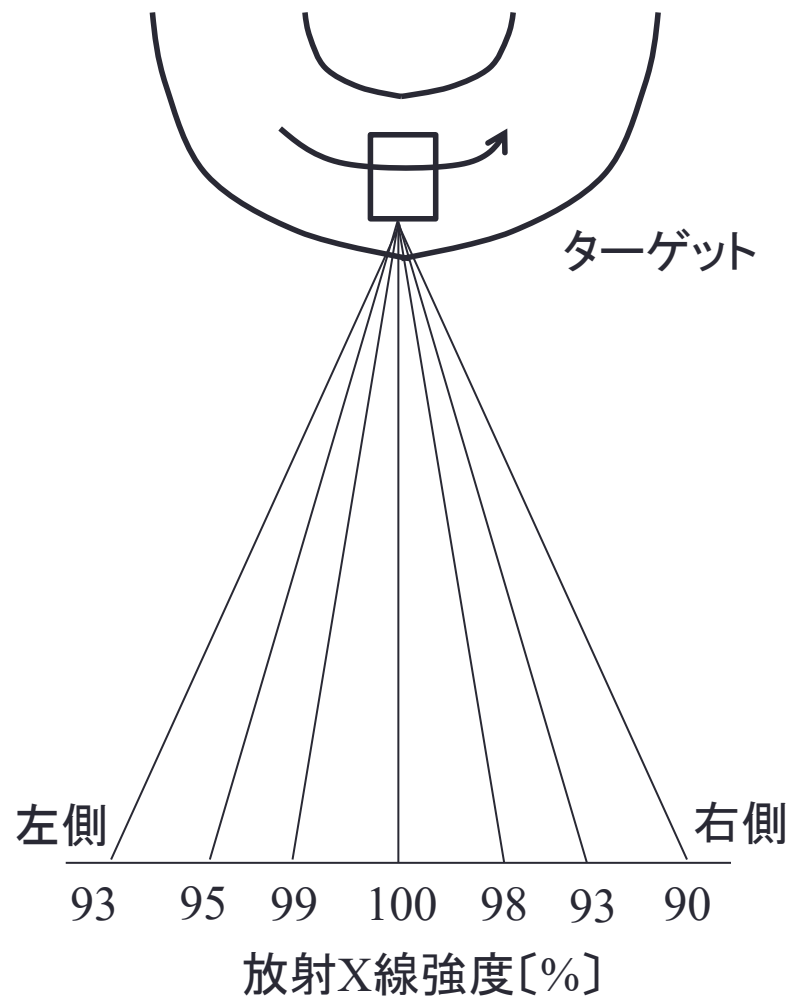
X線管の長軸(陰極－陽極軸)方向の
画角特性
 大きさの順: $A > B > C$



X線管の短軸方向(管長軸に対して
直角の方向)の画角特性
 大きさの順: $A = C > B$

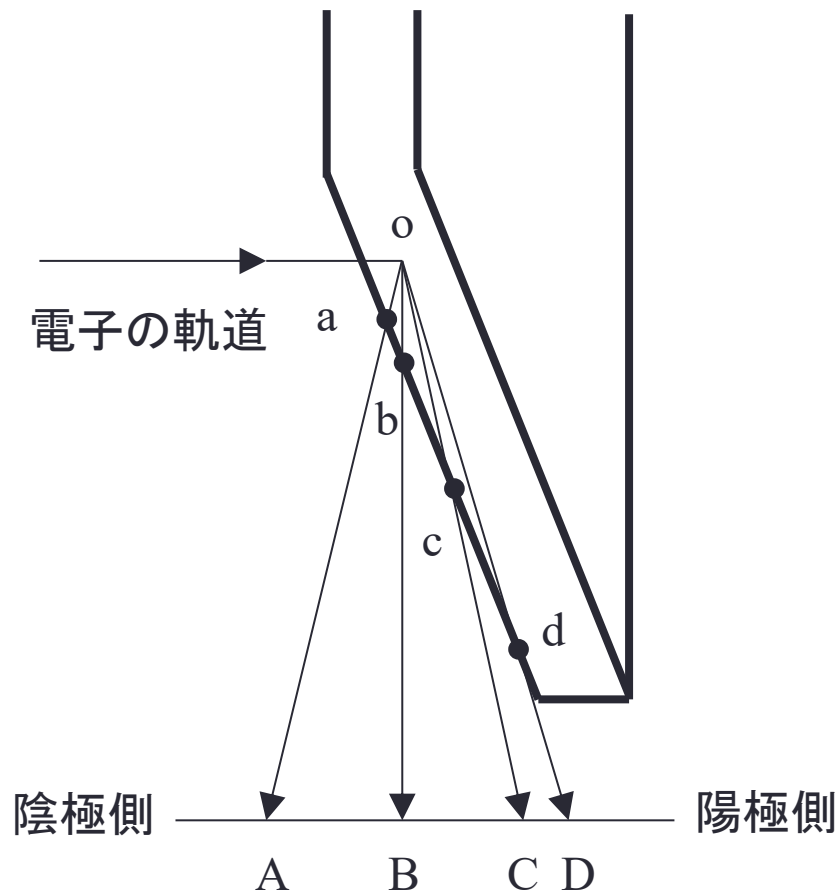


X線管の長軸方向の
放射X線強度分布の一例
(陽極側で急激に減少)



X線管の短軸方向の
放射X線強度分布の一例
(ほぼ左右対称)

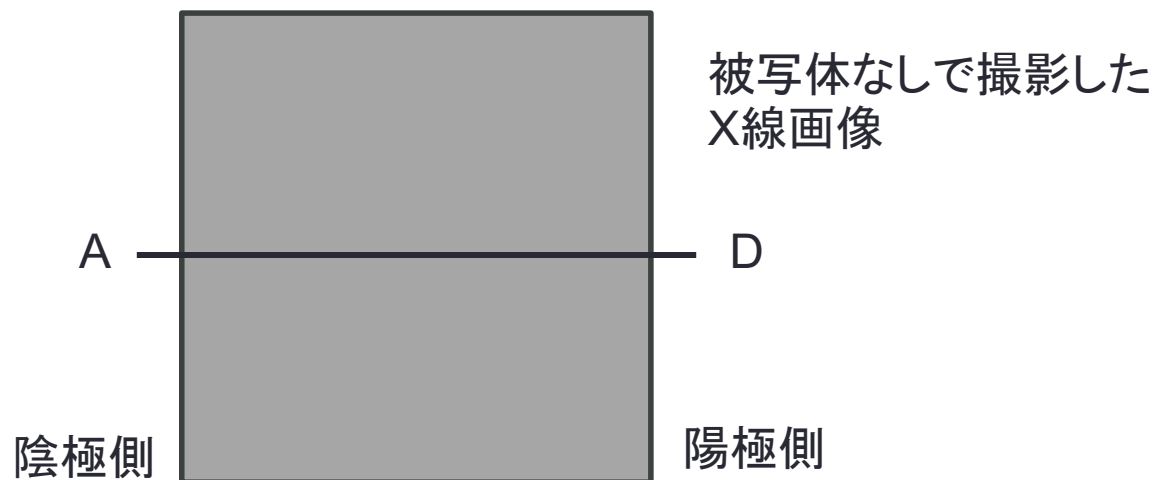
ヒール効果(heel effect)



減弱層の厚さ: $oa < ob < oc < od$

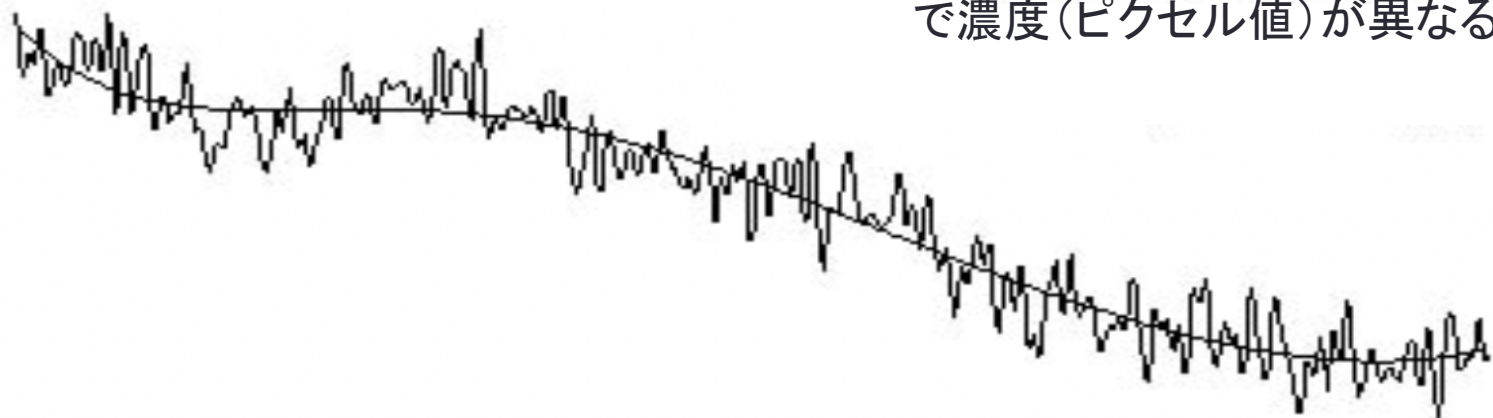
強度: $A > B > C > D$

加速電子がターゲットの表面だけでなく、ある深さまで進入して焦点物質と相互作用した結果、X線を放出する。このとき陰極側へ放出するX線は焦点物質による減弱はほとんどないが、陽極側に出るX線は減弱を多く受ける。

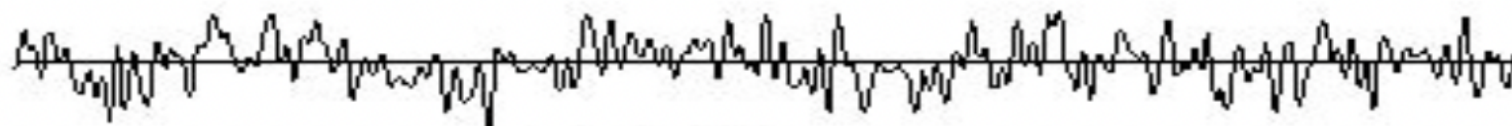


ヒール効果によって陰極側と陽極側
で濃度(ピクセル値)が異なる

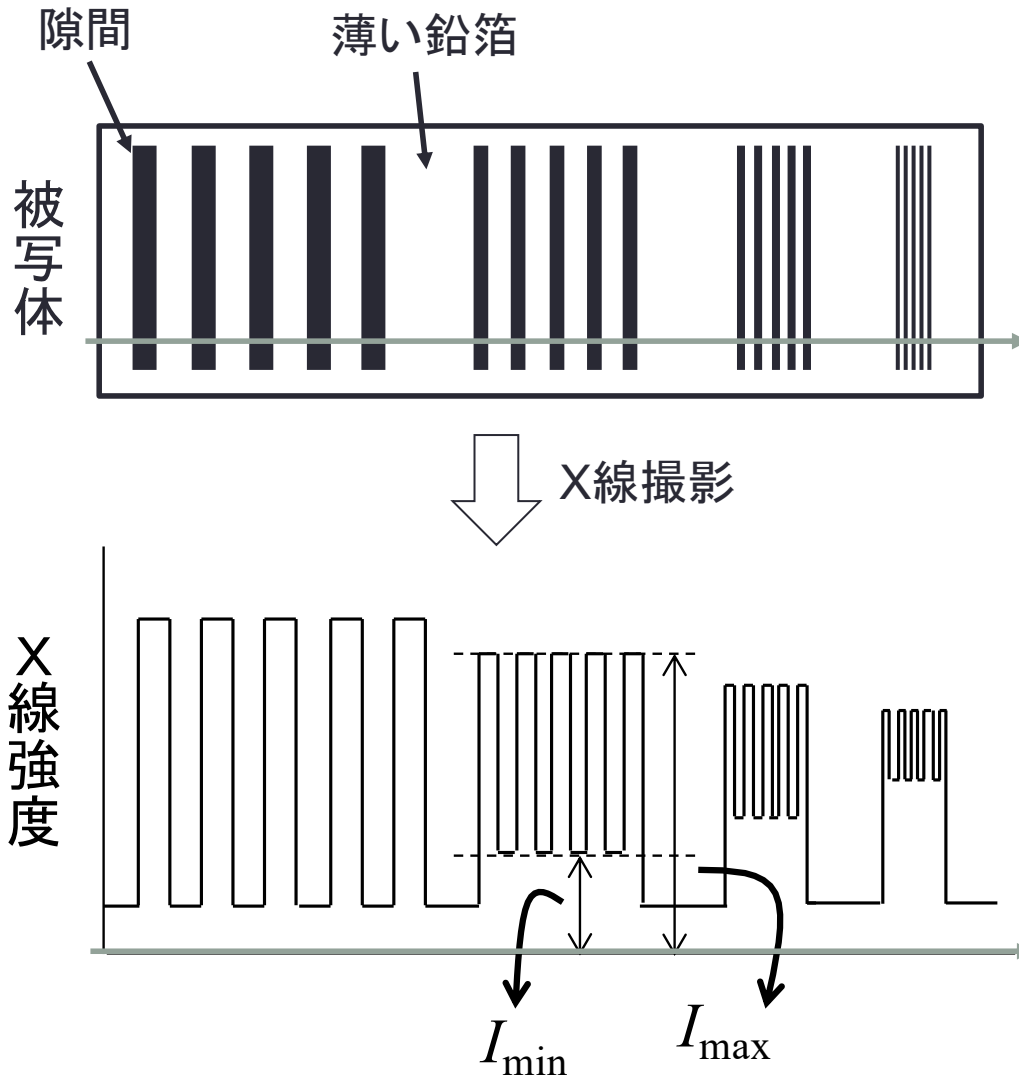
実際



理想



Michelson コントラスト

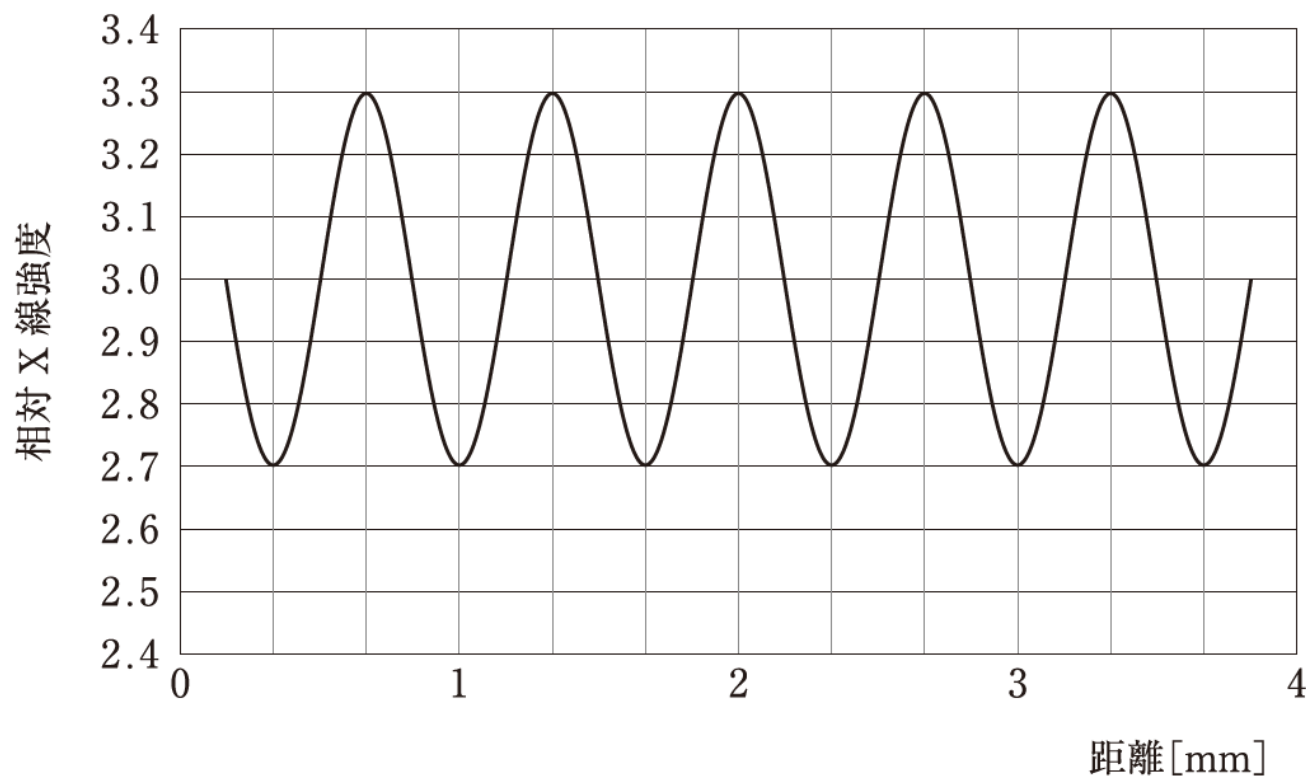


コントラスト
の定義式

Michelson
Contrast

$$C_{out} = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

94 図のような周期パターンの Michelson〈マイケルソン〉コントラストはどれか。



1. 0.1

2. 0.6

3. 1.2

4. 2.7

5. 3.3

予想問題

ある医療用ディスプレイのコントラスト設定が、最大マイケルソンコントラスト $C_M = 0.8$ を達成している。最も暗い画素の輝度値が $I_{\min} = 10 \text{ cd/m}^2$ である場合、最も明るい画素の輝度値 $I_{\max}$ はいくらか。

1. 50 cd/m^2
2. 75 cd/m^2
3. 90 cd/m^2
4. 100 cd/m^2
5. 120 cd/m^2

予想問題

あるマンモグラフィ画像で、石灰化（輝度 I_C ）と腺組織（輝度 I_G ）のコントラストを評価する。マイケルソンコントラスト (C_M) が 0.4 であり、腺組織の輝度 I_G が 300 であった。石灰化の輝度 I_C はいくらか。ただし、石灰化の方が腺組織より明るいとする。

1. 500
2. 600
3. 700
4. 800
5. 900

予想問題

マイケルソンコントラスト C_M が 0.6 の放射線画像がある。もし、画像の輝度値を一律に 50 だけ増加させた場合 ($I'_{\max} = I_{\max} + 50, I'_{\min} = I_{\min} + 50$)、新しいマイケルソンコントラスト C'_M は元の C_M と比べてどうなるか。

1. 変化しない ($C'_M = 0.6$)
2. 低下する ($C'_M < 0.6$)
3. 増加する ($C'_M > 0.6$)
4. 2倍になる ($C'_M = 2 \times C_M$)
5. $I_{\max}$ と $I_{\min}$ の初期値がわからないので計算できない

国家試験問題

被写体コントラストに関係が少ないのはどれか.

1. 管電圧
2. mAs
3. 付加フィルタ
4. 被写体厚
5. 照射野

◎ 指示があるまで開かないこと。

(令和5年2月16日 9時30分～12時05分)

93 X線画像の被写体コントラストを決定するのはどれか。2つ選べ。

1. 被写体の厚さ
2. 検出器の入出力特性
3. 入射 X 線のスペクトル
4. 被写体に入射する光子数
5. 検出器に入射する散乱線

↑
(複数解)
3つ選べ!

X線撮影において幾何学的不鮮鋭である半影を表す式はどれか。ただし、 F は焦点サイズ、 l は焦点被写体間距離、 m は被写体フィルム間距離とする。

1. $l \times m \times F$

2. $(m \div l) \times F$

3. $(l \div m) \times F$

4. $(m \div l) \times (1 \div F)$

5. $(l \div m) \times (1 \div F)$

国家試験問題

X線写真の鮮鋭度を向上させるのは
どれか. 2つ選べ.

1. X線管焦点を小焦点から大焦点にする.
2. 被写体ーフィルム間距離を短くする.
3. カセットへのX線斜入角度を小さくする.
4. 焦点ーフィルム間距離を短くする.
5. 高感度増感紙にする.

国家試験問題

0.1 mmの焦点サイズを用いて拡大撮影を行う場合、ボケの許容を0.2 mmまでとすると最大拡大率の限度は何倍か.

1. 2

2. 3

3. 4

4. 5

5. 6

48 特性曲線を距離法で作成したい。X線管焦点フィルム間距離 360 cm を基準としたとき、 $\log_{10}RE$ (relative exposure) が 0.6 となるところの X線管焦点フィルム間距離 [cm] はどれか。

ただし、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

1. 60
2. 90
3. 180
4. 270
5. 720

◎ 指示があるまで開かないこと。

(平成 28 年 2 月 25 日 13 時 25 分 ~ 16 時 00 分)

94 X 線画像系の特性評価用器具の写真(別冊No. 11)を別に示す。

この器具を使用して特性曲線を作成するとき誤差の要因となるのはどれか。2つ
選べ。

No. 11

(問題 94)

1. 線質硬化
2. 散乱 X 線
3. 焦点サイズ
4. 器具の厚さの精度
5. 空気による X 線の吸収



48 特性曲線を距離法で作成したい。X線管焦点フィルム間距離 360 cm を基準としたとき、 $\log_{10}RE$ (relative exposure) が 0.6 となるところの X線管焦点フィルム間距離 [cm] はどれか。

ただし、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

1. 60
2. 90
3. 180
4. 270
5. 720

94 焦点検出器間距離を 100 cm から 120 cm に変え、その他の条件を同一として X 線撮影を実施した。

受像面の X 線量の倍数で最も近い値はどれか。

1. 0.69
2. 0.83
3. 1.20
4. 1.44
5. 2.00