

五訂版

# 放射線機器学 (I)

— X線撮影機器・診療画像機器 —

小倉 泉 監著  
根岸 徹  
齋藤 祐樹  
沼野 智一 共著  
安部 眞治

コロナ社

## は し が き

本書は1990年に発行した「放射線機器工学（Ⅰ）」の初版に始まり、これまで1998年に改訂版、2004年に「新版 放射線機器工学（Ⅰ）」、2015年に「改訂新版 放射線機器学（Ⅰ）」と版を重ねてきたが、近年の医療機器の進歩、変遷に対応すべく五訂版として発行したものである。初版発行以来、多くの読者の支持により版を重ねることができたのは、著者らの喜びである。

2015年発行の改訂新版では、同年6月に公開された令和2年版診療放射線技師国家試験出題基準を参考に、各項目の全般的な見直しを行った。医用放射線関連の規格について最新のJIS体系を取り入れ、X線発生装置では枠組みを再編して理解しやすくした。アナログ画像機器関連の記述を削除し、デジタル画像機器の追加修正を行った。

その後、11年が経過し、X線発生装置は変圧器式からインバータ式装置へ、医用画像機器はアナログ画像機器からデジタル画像機器へ完全に移行した感がある。

本書では、2023年6月に公開された令和7年版診療放射線技師国家試験出題基準を参考に、旧版の内容に最新情報を考慮しながら各項目の全般的な見直しを行った。

「2. X線発生装置」ではインバータ式装置の動作原理に関する追記を行い、FPD（フラットパネル検出器）による自動露出制御を追記した。蛍光体に関する節を「3. X線映像装置」に、X線機械装置と増感紙・X線蛍光板の節を「5. 関連・付属機器」に移した。「3. X線映像装置」では2024年に制定されたJIS T 62563-2の「医用画像表示用ディスプレイの受入試験及び不変性試験（JESRA TR-0049）」に準拠した内容とし、加筆修正を加えている。また「6. 診断用X線システム」では最新の機器に関する情報を追加し、より洗練された内容としている。

デジタル信号処理においては受像器の変遷（スクリーン/フィルム系からFPDへの移行）に伴い関連する箇所を削除、または、改訂を行った。具体的にはフィルムチェンジャを削除し、レーザーイメージャ等は簡潔にまとめている。そして、デジタル処理に関しては各処理について原画像と処理後の画像を追加することで理解しやすくした。特に、AIに関するプロセスなどがそれにあたり、進化し続ける技術に合わせて内容を更新した。また、グリッドの性能の測定方法について、測定配置図を追加した。

## ii は し が き

「7. 医用 X 線 CT 装置」では従来のシステムの解説に加え、マルチポジション CT 装置、超音波診断装置ではハンディなワイヤレスタイプ超音波診断装置の情報などにも触れ、今後の臨床現場で活用が期待される機器についても追加した。

これまで本書の筆頭監著者を担当いただいた青柳泰司先生が 2023 年暮れにご逝去されました。ここにご冥福をお祈りするとともに、感謝の意を申し上げます。

今回の五訂版ではこれらの分野において優れた研究業績が期待される人材を分担執筆に加え、内容の充実を図った。また、アナログ画像機器については大幅に削除しつつ、全体としてできるだけ理解しやすくなるよう心がけたつもりである。読者には忌憚のないご意見をいただければ幸いである。

本書は診療放射線技師養成所の教科書のほか、臨床に従事する診療放射線技師、放射線機器メーカーなど診療画像機器に関係する多くの方々に活用いただければ幸いである。

執筆の分担を下記に示す。

小倉 泉	第 1 章, 第 2 章
根岸 徹	第 3 章, 第 6 章, 第 7 章, 第 10 章
齋藤 祐樹	第 1 章, 第 2 章, 第 4 章, 第 5 章, 第 8 章
沼野 智一	第 9 章, 第 11 章
安部 眞治	第 1 章, 第 8 章

おわりに、本書の発刊にあたり多大なご尽力をいただいたコロナ社の方々に深く感謝いたします。

2026 年 2 月

著者を代表して 小倉 泉

# 目 次

## 1. 総 論

1.1 X線の発見と論文の概要	1
1.2 X線の発生と物質との相互作用	3
1.2.1 X線の発生原理	3
1.2.2 X線と物質との相互作用	5
1.2.3 X線管によるX線の発生	7
1.3 X線撮影と診断用X線装置の概要	11
1.3.1 X線撮影の概要	11
1.3.2 X線撮影条件と画質の関係	12
1.3.3 X線装置の概要	13
1.4 診断用X線装置の構成・規格	15
1.4.1 医用放射線関連JIS・医用X線装置の構成	15
1.4.2 医用X線装置の規格	17
1.4.3 医用X線管装置の規格	23

## 2. X線発生装置

2.1 X線源装置	28
2.1.1 診断用X線管の構造	28
2.1.2 X線管の動作特性	33
2.1.3 許容負荷	41
2.1.4 特殊X線管	49
2.1.5 医用X線管装置と付属器具	54
2.2 X線高電圧装置	57
2.2.1 2ピーク形X線装置	57
2.2.2 三相X線装置	65
2.2.3 自己整流X線装置	69

2.2.4	コンデンサ式 X 線装置	70
2.2.5	インバータ式 X 線装置	72
2.3	自動露出制御装置	96
2.3.1	概 要	96
2.3.2	撮影用ホトタイマの原理と基本特性	97
2.3.3	ホトタイマの動作特性	100
2.3.4	FPD における自動露出制御	103

### 3. X 線映像装置

3.1	蛍 光 体	105
3.1.1	蛍光体の概要と機能	105
3.1.2	蛍光体の発光機構	106
3.1.3	希土類蛍光体の発光機構と製造方法	108
3.1.4	蛍光体の応用	109
3.2	X 線映像装置の要素	111
3.3	X 線テレビジョン装置	113
3.3.1	X 線 TV 装置の構成	113
3.3.2	X 線 I.I. 装置	114
3.3.3	光 学 系	119
3.3.4	撮 像 装 置	120
3.3.5	液晶ディスプレイ	123

### 4. 診断用 X 線画像処理装置

4.1	概 要	127
4.2	コンピューテッドラジオグラフィ (CR)	128
4.2.1	CR の構成とその動作	128
4.2.2	輝尽性蛍光プレート	129
4.2.3	IP の読み取りと画像出力	130
4.2.4	保 存 機 能	131
4.2.5	システム用途と特徴	131
4.3	フラットパネル検出器 (FPD)	132
4.3.1	構 成 ・ 原 理	132
4.3.2	変 換 方 式	132
4.3.3	FPD の補正と特徴	133
4.4	デジタル信号処理	135

4.4.1 デジタル画像処理	135
4.4.2 画 像 処 理	136
4.5 システム感度指標	143
4.6 デジタルフルオログラフ (DF)	144
4.6.1 DF 装置の構成	144
4.6.2 デジタルサブトラクションアンギオグラフ (DSA)	145
4.7 X線 TV 方式デジタルラジオグラフ	149

## 5. 関連・付属機器

5.1 X線機械装置の分類	152
5.1.1 X線機械装置の概要	152
5.1.2 X線透視撮影台	153
5.1.3 X線撮影台	153
5.1.4 保 持 装 置	155
5.2 放射線用フィルムカセット	157
5.2.1 構 造 ・ 種 類	157
5.2.2 カセットの必要要件	158
5.3 散乱線除去グリッド	158
5.3.1 構 造 ・ 原 理	158
5.3.2 グリッドの分類	159
5.3.3 グリッドの性能	160
5.3.4 散乱線除去アプリケーション	164
5.4 電動式造影剤注入装置	165
5.4.1 注 入 速 度	166
5.4.2 注 入 量	166
5.4.3 圧カリミット	166
5.5 三次元画像処理装置 (汎用画像診断装置ワークステーション)	167
5.5.1 ワークステーションのプラットフォーム	167
5.5.2 システム形態	167
5.5.3 アプリケーションの例	168
5.5.4 ワークステーションの保守管理	168
5.6 そ の 他	169
5.6.1 自 動 現 像 機	169
5.6.2 X線写真観察器	170
5.6.3 レーザイメージャ	170
5.6.4 ドライイメージャ	171

5.6.5	X線増感紙・X線蛍光体	173
-------	-------------	-----

## 6. 診断用 X 線装置システム

6.1	一般撮影装置	180
6.2	X線透視撮影装置	181
6.2.1	近接式 X 線透視撮影装置	183
6.2.2	遠隔式 X 線透視撮影装置	183
6.2.3	多方向 X 線透視撮影装置	183
6.3	断層撮影装置 (トモシンセシス)	184
6.4	循環器用 X 線診断装置	185
6.4.1	心血管用 X 線診断装置	186
6.4.2	頭・腹部血管用 X 線診断装置	187
6.5	乳房用 X 線診断装置	188
6.6	集団検診用 X 線装置	193
6.6.1	胃集検用 X 線装置	194
6.6.2	胸部検診用 X 線装置	195
6.7	可搬形 X 線撮影装置	195
6.7.1	移動形 X 線撮影装置	195
6.7.2	携帯形 X 線撮影装置	196
6.8	骨密度測定装置	197
6.9	歯科用 X 線装置	198
6.9.1	歯科用一般 X 線撮影装置	198
6.9.2	歯科用特殊 X 線撮影装置	199
6.10	その他の X 線診断装置	201
6.10.1	外科用・手術室用 X 線診断装置	201
6.10.2	頭部用 X 線診断装置	202
6.10.3	泌尿器科用 X 線診断装置	202
6.10.4	小児科用 X 線診断装置	202

## 7. 医用 X 線 CT 装置

7.1	CT 装置の基本原理	204
7.2	CT 装置の変遷・走査方式	205
7.3	画像再構成法	207
7.4	CT 装置の構成	209

7.5 CT 値と画像表示	213
7.6 ヘリカルスキャン CT	217
7.7 マルチスライス CT	218
7.8 その他の方式	222
7.8.1 デュアルエナジー CT (DECT)	222
7.8.2 フォトンカウンティング CT (PCCT)	224
7.8.3 マルチポジション CT	224
7.9 性能評価・機器管理	225
7.9.1 CT 装置の分解能	226
7.9.2 性能評価	226
7.9.3 機器管理	228

## 8. 診断用 X 線装置の管理

8.1 安全管理	230
8.1.1 電氣的安全	230
8.1.2 機械的安全	232
8.1.3 放射線の安全	233
8.2 関係法令	236
8.3 診断用 X 線装置の品質保証	238
8.3.1 品質保証に関する規格と概要	238
8.3.2 撮影・透視用 X 線装置の不変性試験	240

## 9. 磁気共鳴画像診断装置

9.1 原理	242
9.2 構成	244
9.3 画像の生成・パルスシーケンス	247
9.4 MRI 装置の安全管理	254

## 10. 超音波画像診断装置

10.1 超音波の特性	256
10.2 原理	258
10.2.1 基本原理	258
10.2.2 表示モード	258

10.2.3	走査方式	258
10.2.4	超音波ドブラ法	260
10.2.5	その他の検査法	261
10.3	構成・性能	261
10.3.1	構成	261
10.3.2	超音波画像診断装置の性能	264
10.3.3	超音波画像診断装置の安全	265

## 11. 眼底写真撮影装置(眼底カメラ)

11.1	眼球の構造	266
11.2	原理・構成	267

演習問題	269
引用・参考文献	283
索引	289

# 1. 総論

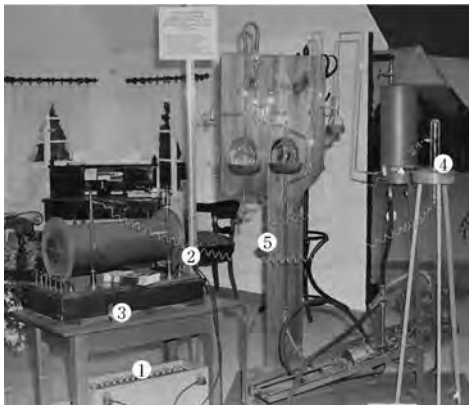
## 1.1 X線の発見と論文の概要

X線は、1895年11月8日、ドイツにあるヴュルツブルク大学の物理学研究所長であったレントゲン（Wilhelm Conrad Röntgen, 1845～1923）（**図 1.1**）によって陰極線の研究過程で発見された。1895年頃はこの陰極線の本性をめぐって、荷電粒子説と電磁波説とが真っ向から対立し、陰極線の研究は当時の物理学者にとって最も関心の深い対象であった。

**図 1.2** はレントゲンが使用した実験装置一式で、陰極線の検出にはシアン化白金バリウム



**図 1.1** X線発見当時の  
W.C. Röntgen<sup>1)†</sup>



- ① 電源の鉛蓄電池（32 V）
- ② パルス状の直流電流（20 A）を流すための Deprez の断続器
- ③ 高電圧（40～60 kV）を発生させるための誘導コイル
- ④ Hittorf のガス放電管
- ⑤ 放電管を排気するための Raps の真空ポンプ（レントゲン博物館特別展示、第 15 回 ICR プリュッセル、1981）

**図 1.2** X線発見当時の実験装置一式<sup>2)</sup>

† 肩付き数字は、巻末の引用・参考文献の番号を表す。

の蛍光板が用いられ、放電によって放電管内部に発生する光は検出の妨げになるので黒紙で放電管を覆い、実験は暗室内で行われた。

放電管に電流を流したところ、近くにあった蛍光板が光るのを見いだした。さらに驚くべきことは、蛍光板が放電管から2mも離れていてもまだ光っており、蛍光板と放電管の間に物体を置くと、厚い本や木では蛍光板の光はほとんど変わらず、アルミニウムやガラスではその影が現れ、そして自分の手を入れると手の薄い影の中に骨が見えたのである。

陰極線は空気中をせいぜい数cmしか進まないことはすでにわかっていたので、この現象が放電管のガラス壁を透過した陰極線によるものでないことは明らかであった。これは1895年11月8日のことであり、この日、X線は発見されたのである。

以後約7週間、レントゲンは研究室に閉じこもったまま、この不思議な放射線について研究し、1895年12月28日、有名な論文“Ueber eine neue Art von Strahlen (放射線の一新種について)”をヴェルツブルク物理医学会に提出した。この論文は17節からなり、各節の概要は以下のようなものであった。

- ① 放電管を黒紙で覆って暗室内で放電させると、2m離れた位置でも蛍光板が光る。
- ② 蛍光を励起する原因は光を通さない黒紙を透過し、他の物質をも透過する。今後、この作用因をX線と呼びたい。
- ③ それぞれの物質の透過度は密度に関係する。
- ④ 厚いほど透過度は低くなる。
- ⑤ それぞれの物質の透過度は、厚さと密度の積では決まらない。
- ⑥ X線によって蛍光を発する物質は種々存在する。また、写真乾板はX線に感じやすいが、目の網膜には不感である。
- ⑦ X線をレンズによって一点に集めることはできない。
- ⑧ X線には反射(散乱)の性質があり、その度合は物質によって異なる。
- ⑨ 物質中の粒子の配列が透過度に影響する。
- ⑩ 蛍光板の蛍光強度を光度計を用いて測定した。その結果、蛍光強度は放電管からの距離の2乗に逆比例する。
- ⑪ X線は磁場によって偏向しない。
- ⑫ X線は陰極線が物質に衝突した点から発生する。
- ⑬ X線は放電管内に封入したアルミニウムからも発生する。
- ⑭ ピンホール写真の撮影結果より、X線は直線的に伝搬する。
- ⑮ X線の干渉現象については実験が成功していない。
- ⑯ X線と静電力の関係については実験が完成していない。
- ⑰ X線の本質は陰極線ではなく、紫外線でもない。

このようにレントゲンは、それまでまったく未知であった新しい種類の放射線“X線”を

発見し、わずか7週間でその性質のほとんどを詳細に調べ、第1報として発表した。年末だったため、この発見の口頭による発表は行われなかったが、論文の内容が重大な発見であったため、ただちに印刷された。この報告は数日のうちに全世界に伝えられ、人々を驚かせた。

X線の発見によって人類が受けた恩恵は、計り知れないものがある。この発見は、医学はもとより、ただちに自然放射能の発見へと発展し、人類は原子の内部まで探求するようになる。すなわち、X線の発見がきっかけとなって原子物理学が誕生することになる。また、X線発見の背景にあった陰極線は、X線発見の2年後、荷電粒子であることが証明され、これがエレクトロニクス発展の原点となり、今日に至っている。(詳しくは「青柳泰司著：レントゲンとX線の発見、恒星社厚生閣(2000)」<sup>3)</sup>を参照)

## 1.2 X線の発生と物質との相互作用<sup>4),5)</sup>

### 1.2.1 X線の発生原理

(a) **連続X線** 電子1個を電位差  $V$  [V] で加速したときに電子のもっている運動エネルギー  $E_e$  は、次式で与えられる。

$$E_e = e \cdot V \quad [\text{eV: 電子ボルト}] \quad (1.1)$$

ここに、 $e$ : 電子1個の電荷 =  $1.602 \times 10^{-19} \text{C}$

図1.3に示すように、高電圧で加速した電子がターゲット物質原子の原子核に衝突するか、原子核の近傍を通過する際に強いクーロン力によってその進行方向が曲げられることで、加速電子はエネルギーを失う。失われたエネルギーはX線となって放出される。

X線は電磁波の一種のため波動で空間を伝わり、その伝搬速度は一定である。その波長を  $\lambda$  [m]、振動数を  $\nu$  [ $\text{s}^{-1}$ ] とすると、次式の関係がある。

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad (1.2)$$

ここに、 $c$ : 光速度 =  $2.98 \times 10^8 \text{ m/s}$

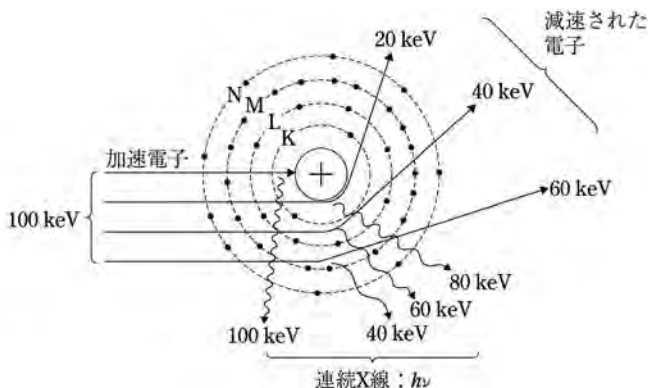


図1.3 連続X線の発生

X線は波動としての性質とともに粒子としての性質をもっている。このような粒子を光子 (photon) といい、光子エネルギー  $E_p$  は振動数  $\nu$  に比例し、次式の関係がある。

$$E_p = h \cdot \nu = h \left( \frac{c}{\lambda} \right) \quad [\text{eV}] \quad (1.3)$$

ここに、 $h$  : プランク定数  $= 6.625 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

高速電子が原子核に衝突または通過する位置により、発生する X 線のエネルギーも種々の値をとるため、連続 X 線 (continuous X rays) という。高速電子が 1 回の衝突で全エネルギー  $E_e$  を失ったときの連続 X 線は最大光子エネルギー  $E_p$  となり、次式の関係となる。

$$E_e = e \cdot V = E_p = h \cdot \nu \quad [\text{eV}] \quad (1.4)$$

また、このとき波長  $\lambda_0$  [m] は最短となるが、加速電圧の最大値  $V$  [kV] と次式の関係があり、これを Duane-Hunt の法則という。

$$\lambda_0 = \frac{12.42}{V} \times 10^{-10} \quad [\text{m}] \quad (1.5)$$

図 1.4 に、タングステンターゲットから発生する X 線の光子エネルギー分布を示す。なお、連続 X 線は、その発生過程から制動放射線 (bremsstrahlung) ともいう。

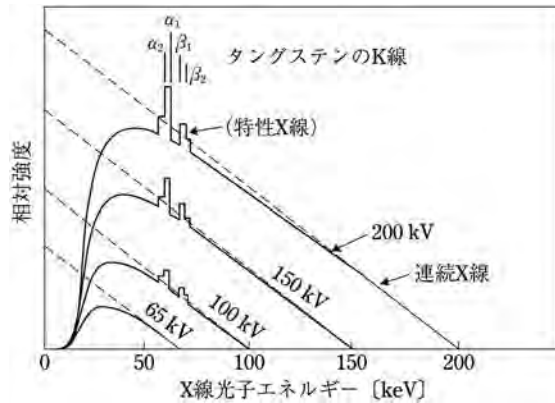


図 1.4 タングステンターゲットから発生する X 線の光子エネルギー分布

発生する X 線の 1 s 当りの総エネルギー  $W_E$  は、電子の加速電圧を  $V$  [kV]、衝突した電子によって流れる電流を  $I$  [mA]、衝突物質の原子番号を  $Z$  とすると次式で表される。

$$W_E = K \cdot V^2 \cdot I \cdot Z \quad K: \text{定数} \quad (1.6)$$

また、1 s 当りに発生する X 線の総エネルギー  $W_E$  と消費される電子エネルギー  $V \cdot I$  (電力) との比を X 線の発生効率  $\eta$  といい、次式で表される。

$$\eta = \frac{K \cdot V^2 \cdot I \cdot Z}{V \cdot I} = K \cdot V \cdot Z \quad K: \text{定数} \quad (1.7)$$

定数  $K$  はおよそ  $10^{-9}$  であり、衝突物質がタングステン (原子番号  $Z=74$ ) の場合、加速電圧  $V$  が 100 kV のときに効率  $\eta$  は 0.8% にすぎず、残りのエネルギーは熱損失となって

ターゲット物質を加熱することになる。

(b) 特性 X 線 図 1.5 に示すように、加速電子がターゲット物質原子の軌道電子を軌道外にはじき飛ばし、その空席に周囲の軌道電子が落ちこんだときに発生する X 線を特性 X 線 (characteristic X rays) という。

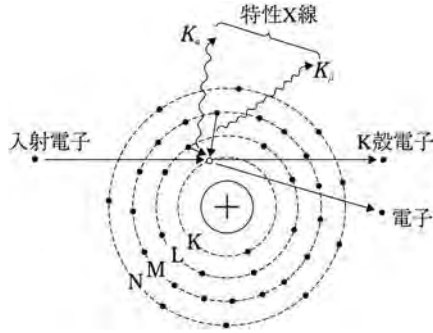


図 1.5 特性 X 線の発生

原子によって各軌道電子と原子核との結合エネルギー  $W$  は決まっているため、軌道電子が落ちこむ前後の結合エネルギーをそれぞれ  $W_1$ ,  $W_2$  とすると、発生する特性 X 線のエネルギー  $E_p$  は

$$E_p = W_1 - W_2 = h \cdot \nu \quad [eV] \tag{1.8}$$

で与えられる。

タングステンターゲットによって発生する特性 X 線には、59.3 keV の  $K_{\alpha 1}$ -X 線、67.2 keV の  $K_{\beta 1}$ -X 線などがある。

また、特性 X 線の振動数  $\nu$  と物質の原子番号  $Z$  の間には次式の関係があり、これを Moseley の法則という。

$$\sqrt{\nu} = K(Z - \sigma) \quad K, \sigma \text{ は定数} \tag{1.9}$$

表 1.1 はタングステンターゲットにおいて管電圧に対する連続 X 線と特性 X 線の発生割合を示したもので、X 線撮影では主として連続 X 線を利用している。

表 1.1 連続 X 線と特性 X 線の発生割合(タングステン)<sup>6)</sup>

管電圧 [kV]	連続 X 線の発生割合	特性 X 線の発生割合
80	0.90	0.10
100	0.81	0.19
120	0.76	0.24
150	0.72	0.28

### 1.2.2 X 線と物質との相互作用<sup>†</sup>

X 線が物質内に入射すると、X 線は物質と相互作用を起こして減弱する。その相互作用

<sup>†</sup> 2 個または 2 個以上の現象が相互に作用しあって原因となり、結果となること。

# 索 引

## 【あ】

アーチファクト	215
圧電素子	262
圧迫板	190
アノードシャフト	30
アモルファスセレン	132
安全率	156
アンダーテーブル X 線管形	181
アンチグレア処理 (反射防止処理)	123
暗電流	103
暗流 X 線	71, 196
暗流シャッタ	71

## 【い】

胃集検用 X 線装置	194
位相エンコード	248
位相シフト角	88
一次放射線のカットオフ	161
一次電圧補償方式	60
一次電流波形	81
一次放射線透過率	161
一次巻線	61
一体形 X 線発生装置	202
一般撮影装置	180
一般撮影用増感紙	174
一般 DSA	147
一般透視撮影台	153
移動形 X 線装置	195
イメージ改善係数	162
医用 X 線管装置	54
医用 X 線管容器	54
医用画像関連機器	152
医用電気機器専門委員会 (TC 62)	15
陰 極	7
陰極エミッション特性 (管電流特性)	24
陰極線	1
インジェクタ	186, 187

インタライン転送方式	120
インバージョンリカバリー法	249
インバータ式 X 線高電圧装置	17

## 【う】

ウイドス値	147
ウインドウ機能	214
ウインドウ値	214
ウインドウ幅	214
上羽根	55
受入試験	192, 239
動く部分	232
運動グリッド	160

## 【え】

永久磁石	244
映像分配器	119
液晶部	123
液晶物質	122
液体潤滑剤	32
エコープラナー法	249
エッジ強調	148
エネルギーサブトラクション処理	141
エネルギー差分法	141
エネルギー蓄積形	17
エラストグラフィ	261
遠隔式 X 線透視撮影装置	183
遠距離音場	257
演算器	146
エンハンスメント	147

## 【お】

応答時間	101
応答時間特性	97
黄 斑	266
奥羽根	55
オーバテーブル X 線管形	181
オフセット補正	133

オルソパントモグラフィ	200
音響インピーダンス	256, 257
音響レンズ	262
音 速	256
温度制限領域	9

## 【か】

外囲器	24
解 尽	108
回 生	77
解像度	118
階調処理	136
回転 DSA	147
回転陽極 X 線管	30
可逆圧縮方式	131
拡散強調画像法 (DWI)	253
拡散減衰	257
拡大撮影	53
拡大撮影用 X 線管	54
拡大ステレオ撮影	54
過照射	96
カセット後面検出方式	97
カセット前面検出方式	97
画 素	213
画像加算処理	148
画像再構成	219
画像再構成法	184
画像ヒストグラム	136
画素数	124
片側接地	189
加熱電圧安定回路	59
可変視野イメージ管	115
可変視野形	115
可変視野管	116
カーボン	31
カーボンカセット	158
ガラス基板	123
カラードブラ法	260
カラーフィルタ	123
患者の支持および固定	232
患者漏れ電流	231
間接撮影	23, 112

間接透視	23
間接変換方式	133
管電圧	18
管電圧切換法	198
管電圧指数	12
管電圧設定値	89
管電圧前示機構	60
管電圧調整器	59
管電圧特性	97
管電流	19
管電流検出器	92
管電流時間積	20
管電流選定回路	59
管電流測定回路	60
管電流調整器	59
管電流特性	38
感 度	175
ガントリ	209
ガンマ	147
<b>【き】</b>	
機械走査	258
機械的安全	232
機械的強度	156
機械的指標	265
基準軸	23, 29
基準入力信号	89
基準面	24, 29
輝 尽	108
輝尽性蛍光体	111, 128
輝尽性蛍光プレート	127, 129
輝尽発光	129
輝尽励起光	129
基礎値	239
輝 度	114
輝度上昇フィルム	123
希土類蛍光体	108
逆マトリックス法	207
吸収減衰	257
共振形インバータ	72
共振周波数	78
共振用インダクタンス	77
共振用コンデンサ	77
共振用素子	75
強制消弧方式	101
胸部検診用 X 線装置	195
許容負荷	41
距離分解能	264
亀 裂	47
近距離音場	257

均質係数	7
近接式 X 線透視撮影装置	183
金属潤滑剤	32
<b>【く】</b>	
空間周波数特性	118
空間電荷	9
空間電荷制限領域	9
空間電荷電流	9
空間電荷補償回路	59
空間分解能	149, 226
クエンチ	255
グライナッヘル	70
クラス I 機器	230, 231
クラス II 機器	231
クラック	47
グラディエントフィールド	
エコー法	249
グラフィット	31
グリッド比	160
グリッド密度	161
グリッド露出係数	162
グリーン発光希土類増感紙	178
グリーン発光増感紙	174
グレイレベル	214
クロスオーバー効果	176
クロスグリッド	160, 190
<b>【け】</b>	
蛍光板	2, 112
傾斜磁場出力	254
経静脈的 DSA	145
携帯形 X 線撮影装置	196
経動脈的 DSA	145
ゲイン補正	133
血流イメージング法	260
限時装置	61
減弱曲線	7
検出器	219
検出信号	89
検出用蛍光体	97
現状試験	239
懸垂保持機構	156
<b>【こ】</b>	
高コントラスト分解能	227
光 子	4
格子状検出器	219
格子制御形 (三極) X 線管	49
格子電極	49

高周波交流加熱	90
高周波磁場	254
高周波数強調フィルタ	148
公称 CT スキャン入力	
(公称 CTSPD)	26
公称最高管電圧	19
公称最大電力	21
公称最短照射時間	22, 101
公称撮影陽極入力	25
公称 CT 陽極入力	25
公称陽極入力	25, 43
公称連続入力	25
合成静電容量	82
高線量率透視	22
高速スピエコー法	249
高電圧側耐電圧	232
高電圧ケーブル	13, 64
高電圧シリコン整流器	62
高電圧整流器	13
高電圧発生装置	61
高電圧変圧器	13
光電陰極	114
光電吸収	6
光電効果	6
光電子	6
光電子増倍管	97
光電変換	120
光電変換部	121
光電面	114
口内法撮影用 X 線装置	198
固体撮像素子	120
固体絶縁	92
コッククロフト充電回路	70
骨密度測定装置	197
固定陽極 X 線管	28
固有ろ過	24, 57
混合負荷	41
コンデンサエネルギー蓄積形	
	74
コンデンサ式 X 線高電圧	
装置	18
コントラスト	177
コントラスト改善比	162
コントラストスケール	227
コントラストハーモニック	
イメージング	261
コントラスト比	118
コンピュータッドラジオ	
グラフ	127
コンプトン効果	6

コンベックス走査 258

**【さ】**

再構成画像 204

採光野 100

(最大) 単発負荷定格 26

最大入力 43

最大陽極熱容量 31, 41, 45

サイドロープ 256

サイノグラム 216

サイリスタ 13

撮影条件自動調節機構 221

撮影定格 26

撮影用 X 線装置 235

雑音 226

撮像管 113, 121

撮像装置 113, 120

撮像素子 120

サブトラクション処理  
127, 136, 147

サブピクセル 124

サーマルヘッド方式 171

残光 108

散瞳形 267

360° 補間法 217

サンプリングレート 146

散乱線 158

散乱線除去グリッド 158

散乱放射線透過率 162

**【し】**

歯顎顔面用コーンビーム CT  
201

歯科用一般 X 線撮影装置 198

歯科用特殊 X 線撮影装置 199

時間感度分布 226

時間差分法 147

時間分解能 149, 226

自己吸収 51, 99

仕事関数 8

自己付活形蛍光体 106

指示計器補償方式 60

視神経乳頭 266

下羽根 55

実効エネルギー 7

実効焦点 24, 29

実焦点 24, 29

自動感度・コントラスト  
設定機能 135

自動現像機 169

自動露出制御 22, 182, 189

——の安定性 235

——の再現性 235

シフト加算法 184

シミング 245

シムコイル 245

シャウカステン 170

写真効果 12

シャワー状アーチファクト  
216

集束距離 160, 161

集束グリッド 160

集束電極 28, 116

充電電圧 71

12 ピーク形 67

周波数エンコード 248

周波数処理 136, 137

出力蛍光面 117

主変圧器 14

循環器用装置 185

順次走査 147

昇華熱転写方式 172

使用距離限界 161

照射角度 184

照射時間 19

照射野限定器 22, 55

消尽 108

焦点 X 線 39

焦点外 X 線 24, 39

除細動器 187

診断参考レベル 228

診断用 X 線画像処理装置 127

診断用 X 線装置の構成 15

シンチレータ (蛍光体) 133

振動子 262

心拍同期再構成 222

心拍同期スキャン 222

**【す】**

垂直 CCD 120

スイッチング損失 83

水平 CCD 120

水平式撮影台 153

スキャンダイアグラム 221

スターパターンカメラ法 35

ステータ 31

ステッピング DSA 147

ステム 28

ステレオ DSA 147

ストークスの法則 107

ストリーク状アーチファクト  
215

スピンエコー法 248

スムージング 148

スライス厚 227

スライス感度プロファイル  
226

スライス方向分解能 264

スリットカメラ法 35

スリップリング  
204, 207, 210

3D アンギオ 147

**【せ】**

静安全率 236

整合層 262

静止グリッド 160

静磁場強度 254

正焦点 33

制動放射線 4

正負対称 67

正負非対称 67

積分器 89

積分機能 148

積分コンデンサ 97

セクタ走査 258

絶縁油 65

接触電流 231

設地設備 230

接地漏れ電流 231

設定基準 239

セファロ X 線撮影装置 200

セファロスタット 200

鮮鋭度 29, 176

前示機構 91

線質 233

線質等価ろ過 234

選択吸収 51

選択度 162

先点火方式 69

全熱特性 45

全放射線透過率 161

**【そ】**

造影剤注入装置 152, 165

増感紙 105, 173

騒音 255

増感率 175

双焦点ステレオ X 線管 188

相反則不軌 189

総ろ過 24, 57  
速写撮影装置 181  
ソフトスイッチング 80

## 【た】

第1半価層 7  
対数増幅器 263  
ダイナミックレンジ圧縮  
処理 136  
第2半価層 7  
タイマ 13  
タイマ回路 61  
ダイレクトサーマル方式 171  
ターゲット 8, 29, 52  
ターゲット角 23, 29  
畳込み逆投影法 208  
多方向 X 線透視撮影装置 183  
単一エネルギー X 線吸収法  
197  
単一視野形 115  
ターンオフ時間 81, 85  
ターンオン時間 85  
タングステン 8  
短時間許容負荷 41  
短時間特性 95, 101  
短時間負荷 41  
単純逆投影法 208  
探触子 262  
断層撮影装置 184  
タンデムレンズ 119  
単巻変圧器 13, 58

## 【ち・つ】

逐次近似法 184, 207  
蓄積部 121  
中心窩 266  
超音波パルス反射法 258  
超高速 CT 207  
長時間特性 103  
長時間負荷 41  
超電導磁石 244  
直接撮影 23, 111  
直接撮影台 153  
直接撮影用 X 線装置の  
不変性試験 240  
直接透視 23  
直接変換方式 132  
直線グリッド 159  
直線性および安定性 20  
直列共振形 75

チョップ 75  
通常透視 23

## 【て】

低オン抵抗特性 84  
低コントラスト分解能 226  
デジタルアンギオグラフ  
127  
デジタル撮影 127  
デジタルサブトラク  
ションアンギオグラフ 127  
デジタル信号処理 90  
デジタル透視装置 127  
デジタルフルオグラフ  
装置 127, 144  
低周波数強調フィルタ 148  
ティッシュハーモニク  
イメージング 261  
ディテクタピッチ 219, 221  
定電圧形 X 線高電圧装置 18  
定量的 QCT 法 197  
データ圧縮処理 131  
データ集収システム 212  
鉄入りタングステン 48  
鉄損 86  
デッドマン形制御 156, 232  
テトロード管 68  
デューティ比 77  
電圧駆動特性 84  
電荷結合素子 120  
電荷蓄積 120  
電気的安全 230  
電極間距離 52  
電撃と人体の反応 231  
電撃に対する保護 230  
電源設備 20  
電源電圧調整器 59  
電源の見掛けの抵抗 20  
電子管出力読取り式 DR 127  
電子衝撃面 30  
電子走査 258  
デンタル装置 198  
電池エネルギー蓄積形 74  
電動圧迫機構 236  
伝搬特性 256  
テンポラルサブトラク  
ション法 147

## 【と】

透視 112

透視撮影台 181  
透視自動輝度調整 182  
同時点火方式 69  
透視用 X 線装置 234  
頭部 X 線規格写真 199  
頭・腹部血管用 X 線診断  
装置 187  
頭部用 X 線診断装置 202  
透明電極 123  
特殊 X 線管 189  
特殊撮影用増感紙 174  
特殊増感紙 178  
特殊透視撮影台 153  
特性 X 線 5, 189  
ドブラシフト周波数 260  
トモシンセシス 184  
トラクトグラフィ 254

## 【な】

ナイキスト周波数 134  
内部電源機器 231  
ナローファンビーム 205

## 【に】

二次電子 40  
二次巻線 61  
二重エネルギー吸収法 197  
乳房圧迫器 188  
乳房撮影定位装置 188  
乳房撮影用 X 線管 51  
乳房用 X 線診断装置 188  
乳房用 X 線装置 188  
——の安全 191  
——の精度管理 192  
乳房用撮影台 189  
入力窓 115  
入力面 115  
入力面蛍光体 115

## 【ね・の】

熱蛍光性蛍光体 110  
熱蛍光線量計 111  
熱的指標 265  
熱電子 8  
熱電子放射 8  
熱電子密度 33  
濃度分解能 149

## 【は】

配向膜 123

倍電圧整流回路 70, 92  
 バイプレーン装置 186  
 パーシャルポリウム効果 214  
 バッキング材 262  
 バックアップタイマ 96  
 バック増感紙 174  
 バックライト 123  
 発光現象 105  
 発光効率 109  
 ハードスイッチング 85  
 パノラマ X 線撮影装置 199  
 波尾切断 70  
 パルスドブラ法 260  
 パルス幅 77  
 パルス幅変調 76  
 パルス幅変調制御 88  
 パワードブラ 260  
 パワー MOS FET 84  
 半価層 7, 233  
 半価層試験 191  
 反跳電子 6  
 半導体スイッチング素子 15  
 パントモグラフィ 199

【ひ】

非可逆圧縮方式 131  
 光輝尽発光 129  
 非共振形インバータ 72  
 ピクセル 213  
 ピクセルシフト 148  
 被写体厚特性 97, 100  
 非鮮鋭マスク処理 137  
 ピッチ係数 219  
 ヒートユニット 44  
 比負荷 42  
 微分器 89  
 ビームハードニング 215  
 ビームハードニング補正  
   フィルタ 212  
 ビームピッチ 219  
 180° 補間法 217  
 ヒール効果 37, 190  
 比例器 89  
 品質保証 238  
 ピンホールカメラ法 35

【ふ】

フィードバック制御 72  
 フィラメント 7  
 フィラメント加熱電流 13

フィラメント特性 38  
 フィルタ 38  
 フィルタ補正逆投影法 184, 208  
 フィルムデジタイザ 127  
 フェーディング 130  
 フェライト 87  
 4D-CT 204  
 負荷 22, 41  
 負荷繰返し時間 25  
 負荷時間 41  
 負荷質量 156  
 付活形蛍光体 106  
 付加フィルタ 24  
 付加ろ過 24, 57  
 副焦点 33  
 ブッキー装置 153  
 ブッキーテーブル 154  
 ブッキーブレンダ 160  
 部分体積効果 214  
 不変性試験 192, 239  
 浮遊静電容量 88  
 フライホイールダイオード 77  
 フラットパネル検出器 122, 127, 132

フリッカ 170  
 ブルー発光増感紙 174, 177  
 ブルーミング効果 34  
 ブルーミング比 24, 35  
 ブレ照射 189  
 フレーム転送方式 120  
 フレームメモリ 146  
 プロープ 262  
 フロント増感紙 174

【へ】

ベアリング 30  
 平滑化画像 (非鮮鋭画像) 140  
 平滑効果 82  
 平均乳腺線量 192  
 平行グリッド 159  
 並列共振形 75, 81  
 ヘリカルスキャン 207, 217  
 ヘリカルピッチ 218, 219  
 ヘリカル補間処理 217  
 ベリリウム 51  
 変圧器形 17  
 変圧器形インバータ式  
   X 線高電圧装置 74  
 変圧器式 X 線高電圧装置 17

変換係数 117  
 偏光フィルタ 123  
 偏差信号 89  
 偏磁化電流 70  
 ペンシルビーム 205

【ほ】

方位分解能 264  
 ほうけい酸硬質ガラス 29  
 放射角度 37  
 放射口 24  
 放射線の安全 233  
 放射線用フィルムカセット 157  
 ボウタイフィルタ 212  
 放電電荷量 71  
 飽和電流 9  
 保護接地 232  
 保護抵抗 70  
 保護の形式による分類  
   (クラス分類) 231  
 保護の程度による分類 231  
 保守点検 238  
 保持装置 155  
 補償要素 89  
 補正関数 209  
 ホトダイオード 133  
 ポリグラフ 187

【ま】

マイクロコントローラ 90  
 巻数比 13  
 マクロショック 231  
 マトリックス 213  
 マトリックスアレープロープ 263  
 マルチ周波数処理 140  
 マルチスライス CT 207, 218  
   —の特徵 221  
 マルチスライス CT 装置 204

【み】

見掛けの拡散係数画像 253  
 ミクロショック 231  
 ミラーカメラ間接撮影 112

【む】

無散瞳形 267  
 無負荷時一次電圧 60

	陽極熱量	26, 45	レニウム入りタングステン	48
	陽極冷却曲線	26, 45	レベル値	147
<b>【め】</b>			連続 X 線	4
メインロープ	257	<b>【り】</b>	連続撮影	23
メタル X 線管	33	リアルタイム透視	連続波ドブラ法	260
		リアルタイムヘリカル	連続負荷定格	26
<b>【も】</b>		リアルプレップ	連続陽極入力	25
モノタンク	199	リカーシブフィルタ		
モリブデン	31	リスホルムブレンデ	<b>【ろ】</b>	
モリブデンターゲット	51	立位式撮影台	6 ピーク形	66
モリブデンフィルタ	51	リニア走査	ロジウムターゲット	52
漏れインダクタンス	86, 88	リプル百分率	ロジウムフィルタ	52
漏れ X 線	234	リマスキング	ロータ	31
漏れ放射線	24	粒状性	論理演算処理	100
		量子検出効率		
<b>【よ】</b>		理論最高周波数	<b>【わ】</b>	
陽 極	8	リング状アーチファクト	ワイドファンビーム	206
陽極回転子	31			
陽極加熱曲線	26, 45	<b>【れ】</b>		
陽極最大冷却率	45	レーザイメージャ		
陽極軸	30	レーザ露光熱現像方式		
陽極入力	25, 41			
		Chemical shift selective 法	DLP	228
<b>【A】</b>		CHESS 法	DQE	118
A-D 変換器	146	CNR	DR	127, 194
AEC	189, 195	CR	DSA	127
AGD	191	—の特徵	—の画質	149
apparent diffusion coefficient		CR 分圧器	DSC	263
map (ADC map)	253	CT 線量指数	DSP	90
a-Se	132	CT 装置の分解能	Duane-Hunt の法則	4
a-Si	133	CT 値	DXA	197
ASSR	221	CT 値異常		
ATR	194	$CTDI_{100}$	<b>【E】</b>	
A モード	258	$CTDI_{vol}$	EDR	135
		$CTDI_w$	EPI 法	249
<b>【B】</b>		CT スキャン入力 (CTSPI)		
B 形装着部	231	CT 透視	<b>【F】</b>	
b 値	253	CWD	Fast SE 法	249
B モード	258	C アーム形保持装置	feldkamp 法	221
BEF	123		FLAIR 法	250
BF 形装着部	231		fluid attenuated inversion	
		<b>【D】</b>	recovery 法	250
<b>【C】</b>		DA	FOV	213
CBP 法	208	DAS	FPD	122, 127, 132, 153
CCD	113, 120	DF	FT	120
CCD カメラ	120, 121	DF プロセッサ	FT 方式	121
CDI	260	diffusion tensor imaging		
CFM	260	(DTI)	<b>【G】</b>	
CFRP カセット	157	diffusion weighted imaging	GAIN	263
CF 形装着部	231	(DWI)	GFE 型 EPI 法	249
		Dixon 法		

GFE 法	249
GSDF	124
<b>[I]</b>	
IA DSA	145
IEC	15
IGBT	84
IHE	124
II.	105
II.DR	150
II. 間接撮影	112
II. スポットカメラ	194
II. ブランキング	187
IP	127
IR 法	249
ISO	15
IT	120
IT 方式	120
IV DSA	145
IVR	144
<b>[K]</b>	
K エッジフィルタ法	198
K 吸収端	51
<b>[L]</b>	
Langmuir-Child の式	9
LCD	123
——の特徴	124
——の精度管理	124
log 変換器	146
<b>[M]</b>	
mAs 計	60
MD 法	197
MFP	140
Moseley の法則	5
MOS 構造	120
motion probing gradient (MPG)	253
MR Angiography (MRA)	252
MRI 装置の安全	254
MRI 装置の設置条件	255
MRI 装置の日常点検	255
MTF	118
Multi-shot EPI 法	249
M モード	258

<b>[N]</b>	
Nutate-Rotate (N-R) 方式	206
<b>[P]</b>	
PC 法	253
phase contrast 法	253
PSL	129
PWD	260
PWM 制御	88
<b>[Q]</b>	
QCT	197
<b>[R]</b>	
RF コイル	245
Richardson-Dushman の式	8
Rotate-Rotate (R-R) 方式	206
<b>[S]</b>	
Scanning electron beam 方式	207
SE 型 EPI 法	249
SE 法	248
short <i>TI</i> inversion recovery	250
Single-shot EPI 法	249
SSPz	226
Stational-Rotate (S-R) 方式	206
stator	31
STC	263
STIR 法	250
SXA	197
<b>[T]</b>	
TFT	123, 132
time of flight (TOF)	252
TOF 法	252
Translate-Rotate (T-R) 方式	205
TSP	226
<b>[U]</b>	
U アーム形保持装置	156

<b>[V]</b>	
voxel	213
<b>[W]</b>	
W/L	215
<b>[X]</b>	
X 線 II. 装置	114
X 線映像装置	181
X 線管	23
X 線管焦点皮膚間距離	234, 235
X 線管装置	24
X 線管装置加熱曲線 (X 線) 管装置入力	26, 45
X 線管装置熱量	25
X 線管装置冷却曲線	26
X 線管装置冷卻曲線	27
X 線管電圧図表	14
X 線管フィラメント加熱変圧器	13
X 線管負荷	24
X 線 (管負荷) 条件	24
X 線管負荷状態	24
X 線管保持装置	155
X 線管容器	24
X 線機械装置	236
X 線強度	6
X 線強度分布	33
X 線蛍光板	178
X 線源装置	22, 180, 236
X 線高電圧装置	17, 235
X 線撮影台	153
X 線写真観察器	170
X 線出力の再現性	20
X 線照射野	56
X 線制御装置	58, 180
X 線装置	17
——の総ろ過	234
——の半価層	233
X 線 TV	113
X 線透視撮影台	152
X 線の総エネルギー	4
X 線の発生効率	4
X 線発生装置	17
X 線ビーム制限	234, 235
X 線放射強度分布	36
X 線用可動絞り	55
X 線用蛍光体	109

—— 監著者・著者略歴 ——

**小倉 泉** (おぐら いずみ)

1979年 東洋大学工学部電気工学科卒業  
1997年 東京都立医療技術短期大学講師  
1998年 東京都立保健科学大学講師  
1999年 日本大学大学院理工学研究科博士課程修了  
(電気工学専攻)  
博士(工学)  
2002年 東京都立保健科学大学大学院助教授  
2005年 首都大学東京大学院准教授  
2007年 首都大学東京大学院教授  
2020年 東京都立大学大学院教授  
2022年 東京都立大学名誉教授

**齋藤 祐樹** (さいとう ひろき)

2003年 東洋公衆衛生学院 診療放射線技術学科 卒業  
2003年 医療法人社団藤順会藤沢順天医院藤沢総合健診  
センター勤務  
2006年 東洋公衆衛生学院専任教員  
2016年 博士(放射線学)(首都大学東京)  
2019年 群馬パース大学准教授  
2023年 帝京大学教授  
現在に至る

**安部 眞治** (あべ しんじ)

1975年 法政大学卒業  
1992年 東京都立医療技術短期大学講師  
1996年 日本大学大学院理工学研究科修了  
1998年 東京都立保健科学大学助教授  
2002年 東京都立保健科学大学大学院助教授  
2005年 首都大学東京大学院准教授  
2006年 博士(工学)(日本大学)  
2010年 首都大学東京大学院教授  
2016年 首都大学東京客員教授  
2020年 東京都立大学客員教授  
現在に至る

**根岸 徹** (ねぎし とおる)

1989年 東京都立医療技術短期大学診療放射線学科  
卒業  
1989年  
～1994年 東京都立墨東病院主事(兼務)  
1993年 東京都立医療技術短期大学助手  
1998年 東京都立保健科学大学助手  
2005年 群馬県立県民健康科学大学講師  
2006年 博士(保健医療学)(国際医療福祉大学)  
2012年 群馬県立県民健康科学大学准教授  
2017年 首都大学東京准教授  
2020年 東京都立大学大学院准教授  
現在に至る

**沼野 智一** (ぬまの とまかず)

1992年 医療法人社団主春会小張総合病院勤務  
1996年 中央医療技術専門学校夜間部卒業  
2001年 東京理科大学理学部Ⅱ部物理学科卒業  
2003年 茨城県立医療大学大学院保健医療科学研究科  
修士課程修了  
2003年 産業技術総合研究所勤務  
2005年 首都大学東京助教  
2007年 日本大学大学院理工学研究科博士課程修了  
(精密機械工学専攻)  
博士(工学)  
2012年 首都大学東京准教授  
2020年 東京都立大学大学院准教授  
2021年 東京都立大学大学院教授  
現在に至る

五訂版 放射線機器学 ( I ) — X 線撮影機器・診療画像機器 —

Radiation Equipment Engineering ( I )

© Izumi Ogura, Tohru Negishi et al. 1990, 1998, 2004, 2015, 2026

1990年1月10日 初 版第1刷発行  
1996年9月10日 初 版第7刷発行  
1998年2月20日 改訂版第1刷発行  
2003年2月25日 改訂版第8刷発行  
2004年3月15日 新 版第1刷発行  
2014年9月10日 新 版第12刷発行  
2015年11月6日 改訂新版第1刷発行  
2025年3月5日 改訂新版第10刷発行  
2026年3月23日 五訂版第1刷発行

検印省略

監 著 者 小 倉 泉  
根 岸 徹  
著 者 齋 藤 祐 樹  
沼 野 智 一  
安 部 眞 治  
発 行 者 株式会社 コロナ社  
代表者 牛来真也  
印刷所 壮光舎印刷株式会社  
製本所 株式会社 グリーン

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話 (03) 3941-3131 (代)

ホームページ <https://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-07284-6 C3047 Printed in Japan

(森岡)



＜出版者著作権管理機構 委託出版物＞

本書の無断複製は著作権法上での例外を除き禁じられています。複製される場合は、そのつど事前に、出版者著作権管理機構 (電話 03-5244-5088, FAX 03-5244-5089, e-mail: info@jcopy.or.jp) の許諾を得てください。

本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられています。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めていません。落丁・乱丁はお取替えいたします。