

基礎医学大要

佐藤英介

[64-01(PM)5] ブルー・ノート参照ページ：3

[64-02(PM)4] ブルー・ノート参照ページ：3

- 細胞膜は厚さ約 10 nm で、その主成分はリン脂質・コレステロール・蛋白質である。リン脂質には、親水性の頭部(リン酸化合物)と疎水性の尾部(脂肪酸)があり、頭部を膜表面に、尾部を膜内に向けている(脂質二重層)。この構造により、細胞膜は、酸素や二酸化炭素は通すが、水やイオンを通さない(半透膜：溶媒のような小さな分子は通すが、溶質は通さない性質)。しかし、細胞膜には種々の蛋白質が存在し(膜表面に付着、膜を貫通)、この働きにより細胞膜は特定のイオンやブドウ糖などの必要な物質を通すことができる(選択的透過性を有する半透膜)。コレステロールは細胞膜に硬さを与えている。

[64-03(PM)5] ブルー・ノート参照ページ：262

[64-04(PM)3] ブルー・ノート参照ページ：123, 149

- 抗原の存在下において、B細胞は抗体(免疫グロブリン)を産生するために、T細胞の補助を受けて増殖分化する。この細胞を形質細胞(plasma cell)といい(抗体産生細胞の1つ)、リンパ節、扁桃、脾臓に分布する。顆粒球、リンパ球、マクロファージと同様、炎症細胞の1つでもある。特に、慢性炎症巣に多数出現するため、白血病や多発性骨髄腫などの診断に使われている。単核の細胞であり、核は細胞質の一方に偏り、細胞質は好塩基性(好塩基性色素で濃染)である。

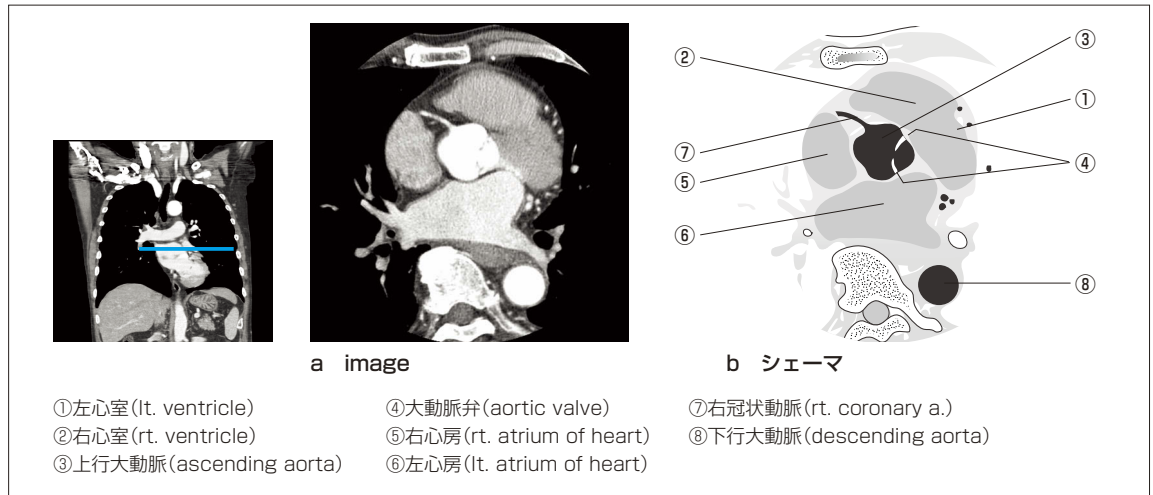
[64-05(PM)2 and 5] ブルー・ノート参照ページ:61, 131, 141~142

[64-06(PM)2] ブルー・ノート参照ページ：135

[64-07(PM)2] ブルー・ノート参照ページ：104~109

- 図1を参照のこと。

図1 右冠状動脈レベルのX線CT(心電同期撮影, 造影画像)



(松村 明・阿武 泉 監, 磯辺智範 編: 若葉マークの画像解剖学, p.214, メジカルビュー社, 2007. より引用)

[64-08(PM)1 and 2] ブルー・ノート参照ページ:61, 93~94

- 肝臓と肺は機能血管と栄養血管をもっている(表1)。

表1 肝臓と肺の機能血管と栄養血管

	機能血管	栄養血管
肝臓	門脈	肝動脈
肺	肺動脈, 肺静脈	気管支動脈, 気管支静脈

## 【64-09(PM)2 and 4】ブルー・ノート参照ページ: 102

- 腹腔内の多くの臓器は、その外部表面を漿膜に被われており、臓器相互の移動を容易にしている。この漿膜は、臓器の表面を被った後(臓側漿膜)、間膜を形成し、反転して腹腔壁の内表面を被う(壁側漿膜)。腹腔内の多くの臓器は漿膜に包まれ、種々の方法で腹壁に固定されている。大きく、①間膜をもつ臓器(二重の漿膜に包まれる)、②一部が漿膜に被われて漿膜下にある臓器、③全体が漿膜下に存在する臓器、に区別される。通常、②を半腹膜後器官、③を腹膜後器官とよぶが、②③を合わせて腹膜後器官とよぶこともある。簡単にいうと、腹腔にあるすべての臓器(腹腔内臓器)は間膜をもち、腹腔背側の壁から離れているか、壁にくっついているか、完全に埋め込まれているかの形で存在している。

## 【64-10(PM)2】ブルー・ノート参照ページ: 124~125

- 主な腎臓の機能は下記の通りである。
  - ・老廃物の排出: 血液をろ過し、老廃物、過剰な水分、電解質を排出する。また、体の中で不用になった重金属、薬剤、有害物質も排泄する。
  - ・水分の調節: 尿は、体内に水分が多い場合には濃度は薄く(量は多く)なり、体内に水分が少ない場合には濃度は濃く(量は少なく)なる。すなわち、体内の水分を常に一定に保っている。
  - ・血液をpH7.35~7.45(弱アルカリ性)に保っている。
  - ・ナトリウム(Na)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、リン(P)、重炭酸(HCO<sub>3</sub>)などの電解質のバランスを調節している。
  - ・血圧の調節: 過剰なナトリウムを排出し、血圧の調節を助ける(排出されるナトリウムの量が少ないと、血圧は上昇)。レニン(酵素)の産生によっても血圧の調節を助ける(レニン-アンジオテンシン-アルドステロン系)。腎不全患者は、腎臓における血圧調節能力が低下するため、高血圧になることが多い。
  - ・エリスロポエチン(ホルモン)を産生し、骨髄での赤血球の産生を促している。
  - ・ビタミンDの活性化: ビタミンDは、腎臓で活性化されて活性型ビタミンD(カルシトリオール)に変化する。活性型ビタミンDは、骨に必要なミネラルであるカルシウムとリンの小腸からの吸収を促進する役割がある。

## 【64-11(PM)4 and 5】ブルー・ノート参照ページ: 197~198

## 【64-12(PM)2】ブルー・ノート参照ページ: 184

## 【64-13(PM)3】ブルー・ノート参照ページ: 177, 181~182

## 【64-14(PM)4】ブルー・ノート参照ページ: 79, 155, 242~252

- **帯状疱疹**: ヘルペスウイルス感染症の1つ(ヘルペスウイルスは8種類ある)。帯状疱疹は、水痘・帯状疱疹ウイルスの感染により、赤い発疹が神経の走行に沿って帯状に出現した状態(大多数が片側)であり、痛みを伴うことが多い。わが国では6~7人に1人の割合でかかると言われ、20~30歳代と50~60歳代が高リスクである。幼少時に発症した水痘瘡(みずぼうそう)のウイルスが、大人になっても神経節に残っていて、免疫力が落ちると活性化され、1本の神経支配領域に沿って出現する。
- **多発性筋炎**: 膠原病の一種で、筋肉の炎症や変性により、体に力が入らなくなる、疲れやすい、筋肉が痛いなどの症状を呈する疾患である。その原因は不明であるが、わが国における有病率は10万人に2~5人である。好発年齢は小児期(5~14歳)と成人期(35~64歳)、男女比は小児では差がなく、成人では1:2で女性に多い。骨格筋だけでなく、肺、心臓、関節、消化管などの臓器障害も合併することがある。

## 【64-15(PM)5】ブルー・ノート参照ページ: 151

## 【64-16(PM)4】ブルー・ノート参照ページ: 236~237, イエロー・ノート参照ページ: 356

## 【64-17(PM)4】ブルー・ノート参照ページ: なし

- **肺塞栓症**: 静脈にできた塞栓(血栓、脂肪、空気、腫瘍など)が血流によって肺まで運ばれ、肺動脈が閉塞する疾患である。肺塞栓症の90~95%以上は、下肢深部静脈血栓症(deep venous thrombosis: DVT)に起因する(下肢の深部静脈血栓が剥離して肺動脈に流入し、肺動脈が閉塞)。血栓は血流が停滞したときにできやすく、長期臥床(長い間寝たきりの状態)のほか、高齢者の骨盤や大腿骨の骨折、産褥、心疾患・悪性腫瘍・脳卒中などの既往歴がある人、喫煙者などが高リスク群である。エコノミークラス症候群(ロングフライト症候群)は肺塞栓症の1つである。

**[64-18(PM)3]** ブルー・ノート参照ページ：66

**[64-19(PM)3]** ブルー・ノート参照ページ：96, 252

- わが国における肝硬変の患者数は約40万人とされ、その原因はC型肝炎(60%)、B型肝炎(15%)、アルコール性肝硬変(10%)である。かつては、日本住血吸虫も原因の1つであったが、1978年以来新たな日本住血吸虫患者は出ておらず、もう絶滅したと考えられている。最近では、非アルコール性脂肪性肝炎(non-alcoholic steatohepatitis : NASH)が原因の1つとして注目されている。

**[64-20(PM)1 and 2]** ブルー・ノート参照ページ：75

**[64-21(PM)5]** ブルー・ノート参照ページ：236~237

**[64-22(PM)4]** ブルー・ノート参照ページ：182

- わが国で透析療法を受けている患者数は、現在約30万人である。透析を始める原因となる疾患(原疾患)は、糖尿病腎症(約45%)、慢性糸球体腎炎(約25%)、腎硬化症(約10%)である。

**[64-23(PM)4]** ブルー・ノート参照ページ：209

**[64-24(PM)2]** ブルー・ノート参照ページ：117, 171, 179~180, 237

- **インスリノーマ**：インスリンを産生する腫瘍で、膵臓のランゲルハンス島にあるβ細胞の腫瘍である。正常の場合には、血糖が低下するとβ細胞からのインスリン分泌が抑制され、グルカゴンなどのホルモンが分泌される。その結果、糖新生が促進され、血糖は80~100 mg/dlに維持される。しかし、インスリノーマでは分泌抑制に異常が起こるため、血糖が低下してもインスリン分泌が持続してしまう。すなわち、低血糖となる。

**[64-25(PM)4]** イエロー・ノート参照ページ：176~178

- **Interventional Radiology (IVR)**とは、画像診断で使用される種々の装置や技術を治療および生検に利用する手技を指す(放射線診断技術の治療的応用)。IVRは、血管造影技術を利用したvascular-IVR(血管系IVR)と血管造影技術を利用しないnon-vascular-IVR(非血管系IVR)に分類できる(表2)。

表2 主なIVRの種類

血管系IVR		非血管系
<b>1. 中枢神経系</b> 脳動静脈奇形の塞栓術 脳動脈瘤の塞栓術 頭蓋内腫瘍の塞栓術 急性脳塞栓溶解術 脊髄静脈奇形の塞栓術 <b>2. 顔面・頸部</b> 動静脈奇形・血管腫の塞栓術 <b>3. 胸部</b> 気管支動脈注入療法 気管支動脈塞栓術 肺動脈塞栓術 肺動脈塞栓溶解術 上大静脈症候群の治療 <b>4. 心臓</b> PTCA PTCR	<b>5. 腹部</b> 肝腫瘍の動注化学療法 肝腫瘍の動脈塞栓術 脾動脈塞栓術 TIPS 腹部動静脈奇形の塞栓 消化管出血の塞栓術 外傷性臓器破損・出血の塞栓術 腎動脈拡張術 下大静脈フィルター, EMS Budd-Chiari症候群の治療 骨盤部悪性腫瘍の動注化学療法 男性不妊に対する精巣静脈塞栓術 <b>6. 四肢</b> 動脈狭窄の拡張術, EMS 動静脈奇形・血管腫の塞栓術 動脈瘤, 外傷の治療	<b>1. 頸部</b> 嚢胞性病変のアルコール固定 副甲状腺機能亢進症のアルコール注入 腫瘍性病変の生検 <b>2. 胸部</b> 気管・気管支狭窄の拡張, EMS 食道狭窄の拡張, EMS 瘻孔の閉鎖 肺・縦隔病変の生検 胸壁・乳腺の生検 <b>3. 腹部</b> 肝腫瘍のアルコール注入 生検 神経節ブロック 胆道系ドレナージ・拡張・EMS 腎尿路系ドレナージ・拡張 腫瘍ドレナージ 胃瘻造設 卵管再開通術 <b>4. 骨</b> 骨生検

(荒井保明：Interventional radiologyと高速らせんCT. 日本放射線技術学会誌, 52(1)：75-79, 1996. より引用)

- **画像誘導放射線治療(image-guided radiotherapy : IGRT)**とは、放射線治療のプロセス中に画像技術を取り入れることで、従来の放射線治療と比較し、目的とする病巣部に対して、高精度な位置精度でかつ再現性の高い照射を達成する手法である。

[64-26(PM)1] イエロー・ノート参照ページ：358

[64-27(PM)5] ブルー・ノート参照ページ：230

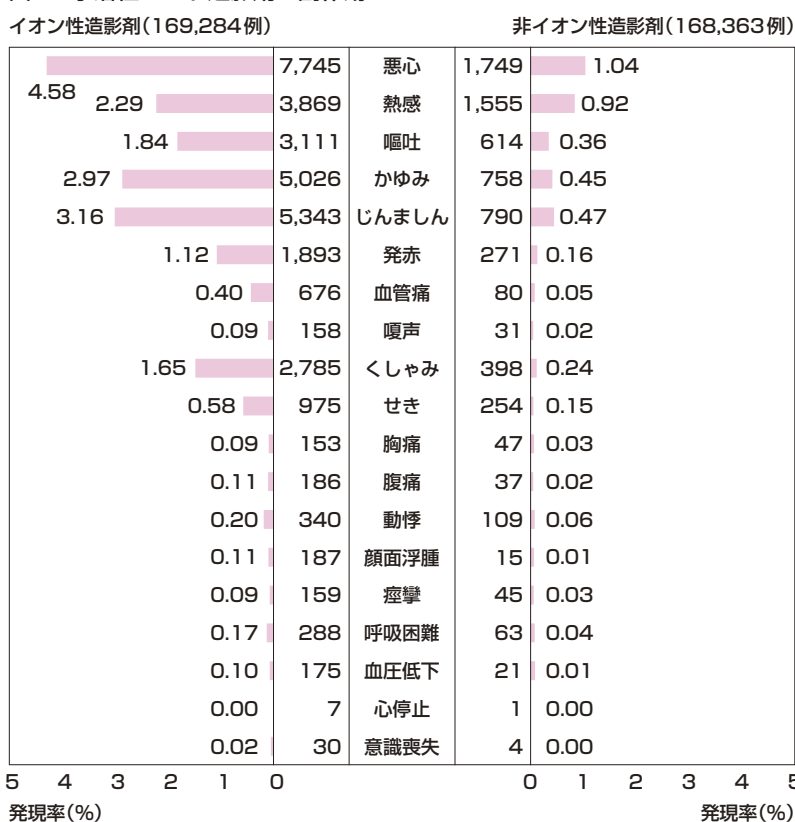
[64-28(PM)3] ブルー・ノート参照ページ：251

[64-29(PM)2 and 3] ブルー・ノート参照ページ：89, 179, 208~209, 230, 246~247

[64-30(PM)3] イエロー・ノート参照ページ：153~154

- 水溶性ヨード造影剤はイオン性と非イオン性の造影剤に分類される。副作用の発生頻度は、イオン性よりも非イオン性造影剤で少ない(約1/4)。図2はイオン性と非イオン性造影剤の代表的な副作用とその発生数である。
- 副作用は、軽度~重篤な内容まで種々の症状がある。重篤になるのを未然に防止するためには、投与中の被検者の状態を絶えず観察し、重篤な副作用の前兆(初期徴候)を早期に的確に察知して対処する必要がある。初期徴候としては、くしゃみ、咳、生あくび、冷汗、顔面蒼白、悪心、嘔吐が挙げられる。

図2 水溶性ヨード造影剤の副作用



(片山 仁 編：造影検査実践マニュアル 副作用対策を中心に, p.130, 医科学出版社, 1994より引用)

## 放射線生物学

西澤 徹, 齋藤祐樹

[64-31(PM)3] ブルー・ノート参照ページ：262~263, 268~269

- 2重らせん構造になっているDNAの損傷は1本鎖切断, 2本鎖切断などがある。放射線の種類に依存せず, LETにより損傷が変わってくる(放射線種の特異性はない)。損傷を受けたDNAは細胞周期のG1, G2時に修復が行われる(G1ブロック, G2ブロック)が, 不可能の場合には, 積極的に細胞死(アポトーシス:細胞自滅)する。ほとんどのDNA修復は速やかに修復される(半減期5分)が遅い修復(半減期70分)を要するものもある。

[64-32(PM)3] ブルー・ノート参照ページ：272~274, 288~289, 292~293

- 急性障害, 晩発障害を $\alpha/\beta$ から考える問題である(表3)。LQモデルでは急性障害は $\alpha/\beta$ が大きく(10Gy)と晩発障害は $\alpha/\beta$ が小さい(3Gy)としている。

表3 放射線障害と潜伏期間

影響	潜伏期間
脱毛	14～18日
下痢	3～8時間
脊髄症	半年～数年
口内炎	3週間
湿性落屑	20～28日

【64-33(PM)4】 ブルー・ノート参照ページ：292～293

- 急性白血病は腫瘍化した造血幹細胞、造血前駆細胞が腫瘍化した病態である。腫瘍細胞が不死化するため正常細胞が増殖できない状態になる。
- 腫瘍細胞には生体防御機構が備えられていないため、免疫不全に至る。
- 放射線障害での白血病は原爆による被曝のデータから、潜伏期間が2年あることがわかっている。これは確率的影響のなかで最も早期に現れる症状である。

【64-34(PM)1】 ブルー・ノート参照ページ：290～291

表4 放射線障害としきい線量

障害	しきい線量(Gy)
放射性肺炎	30
不妊	
（一時的）男性	0.15
女性	0.65～1.5
（永久不妊）男性	3.5～6/回
女性	2.5～6/回
皮膚炎（潰瘍）	10以上
心血管障害（心臓）	0.5*

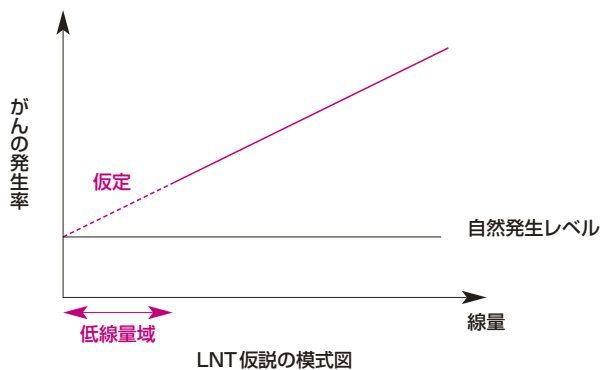
\* ICRP ref 4825-3093-1464

【64-35(PM)2】 ブルー・ノート参照ページ：290～291

【64-36(PM)2】 ブルー・ノート参照ページ：290～291

- 「しきい値なし仮説」はLNT仮説(Linear Non-Threshold Theory)という。確率的影響を考える場合、影響の発生率は線量に比例するが、100mSvよりも低い低線量領域では有意な発生率の上昇は確認されていない(原爆による被曝のデータ)。しかし、放射線防護の観点から「影響についてはわかっていないが、リスクがあると考えておいた方が安全である」との考えにて導入されたため仮説としている(図3)。

図3 LNT仮説の模式図



- ICRPでは「この仮説は放射線管理の目的のためにのみ用いるべきであり、すでに起こったわずかな線量の被曝についてのリスク評価をするために用いるべきではない」としている。

**【64-37(PM)4】** ブルー・ノート参照ページ：275～276

- 耐容線量から考えるとよい。

**表5 正常組織の耐容線量**

組織・器官	耐用線量(Gy)
肺	30
脊髄	50
骨	60

**【64-38(PM)3】** ブルー・ノート参照ページ：275～276, 307

- 放射線治療では正常組織と腫瘍組織の感受性の差を利用して行われている。これが、治療可能比(therapeutic ratio：TR)である。

$$\text{治療可能比(TR)} = \frac{\text{正常組織の耐容線量(tissue tolerance dose)}}{\text{腫瘍致死線量(tumor lethal dose)}}$$

- この比が1より十分大きければ成功率が高く、1より小さいと治療は成り立たない。この比を大きくするためには腫瘍の感受性が高ければよい。
- 一般的に腫瘍の感受性は高感受性(20～45Gy)、中程度感受性(45～70Gy)、低感受性(70Gy)に分けられる。基本的にはベルギー・トリボンドーの法則が当てはまる。

**表6 放射線治療時の総線量**

食道癌(化学放射線治療)	50Gy
食道癌(放射線単独)	60～70Gy
喉頭癌	60～70Gy
非小細胞癌	40～44Gy
悪性リンパ腫(小児)	10Gy以内

- 悪性黒色腫(メラノーマ)は放射線抵抗性癌として有名で一般的には外科的治療が行われている。しかし近年、RBEの高い重粒子を用いた重粒子線治療により成果が報告されている。

**【64-39(PM)2】** ブルー・ノート参照ページ：302～303

**【64-40(PM)3】** ブルー・ノート参照ページ：307～310

- 分割照射は、1回線量を小さくして分割回数を増やすことで、回復しにくい正常組織の後期反応の障害を抑える。正常組織は早期反応型(口腔粘膜、骨髄、皮膚など)と後期反応型(脳、脊髄、肝臓、腎臓、肺など)に分けられ、腫瘍細胞は早期反応型に近いと考えられている。このように感受性の差を利用して分割照射が行われている。この考え方の基本となるのが放射線治療の4つのRである。
- 4つのRは、正常組織の再生(repopulation)、亜致死障害からの回復(repair)、腫瘍の再酸素化(reoxygenation)、再分布(recruitment)がある。これらを利用して現在、放射線治療では通常、2Gy/日、5回/週、6週間で総線量60Gyが標準的な治療が行われている。また、1.1～1.2Gy/回、2回以上/日、治療期間は標準治療と同じの多分割照射がある。先のLQモデルを用いて分割照射による生物学的効果(biologically effective dose:BED)を求めることができる。

$$\frac{E}{\alpha}(BED) = D \times \left\{ 1 + \frac{d}{\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)} \right\}$$

D：総線量

d：1回線量

$\frac{\alpha}{\beta}$ ： $\alpha$ による効果と $\beta$ による効果が等しくなる線量

正常組織の後期反応型の $\alpha/\beta$ ：～3Gy

腫瘍細胞の $\alpha/\beta$ ：～10Gy

【64-41(PM)4 and 5】ブルー・ノート参照ページ：312

【64-42(PM)1】ブルー・ノート参照ページ：319, 450

- 天然に存在する元素は、水素(原子番号 $Z=1$ )からウラン( $Z=92$ )までである。

【64-43(PM)2】ブルー・ノート参照ページ：321, 327

- 核反応

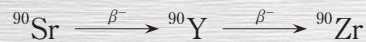


に、与えられている各元素の質量(原子質量単位 $u$ )を代入し、MeV単位で表すと、

$$Q[\text{MeV}] = \{(7.0160 + 1.0073) - (4.0026 + 4.0026)\} \times 932[\text{MeV}] \approx 17[\text{MeV}]$$

【64-44(PM)3】ブルー・ノート参照ページ：326

- ${}^{90}\text{Sr}$ の半減期  $\gg$   ${}^{90}\text{Y}$ の半減期 だから、58年経過すると、



は永続平衡状態となる。永続平衡状態では、分岐比が1の場合、親核種と娘核種の放射能が等しくなるから、58年経過後の親核種の放射能を求めればよい。

親核種の放射能 $A$ は、初めの放射能 $A_0$ 、経過時間を $t$ 、崩壊定数を $\lambda$ 、半減期を $T_{1/2}$ とおくと、

$$A(t) = A_0 \times e^{-\lambda t} = A_0 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$

だから、 $A_0 = 40 \text{ GBq}$  より、

$$40 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{58}{29}} = 40 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 10 [\text{GBq}]$$

【64-45(PM)3】ブルー・ノート参照ページ：323, 328~330,

- メスバウアー効果とは、固体状態の原子による $\gamma$ 線の共鳴吸収現象のこと。

【64-46(PM)1 and 5】ブルー・ノート参照ページ：336

【64-47(PM)4】ブルー・ノート参照ページ：341~342

【64-48(PM)3】イエロー・ノート参照ページ：421, 603

ブルー・ノート参照ページ：320, 324, 335

- 陽子や中性子などは、より基本的な粒子であるクォークから構成される。

クォークには以下の6種類(スピン $1/2$ のフェルミ粒子)がある。

アップクォーク(u)      ダウルクォーク(d)      ストレンジクォーク(s)  
チャームクォーク(c)      ボトムクォーク(b)      トップクォーク(t)

陽子や中性子は、3個のクォークから構成される。

陽子：uud

中性子：udd

【64-49(PM)2 and 5】ブルー・ノート参照ページ：333～334

- 音速を $v$ 、媒質の体積弾性率を $\kappa$ 、媒質の密度を $\rho$ とすると、

$$v = \sqrt{\frac{\kappa}{\rho}}$$

で与えられる。

また、音響インピーダンス $Z$ は、

$$Z = \rho \times v$$

で与えられる。

【64-50(PM)3】ブルー・ノート参照ページ：350

## 医用工学

富士政広

【64-51(PM)4】ブルー・ノート参照ページ：424～425, 523

- 光電子1個が入射して $\delta$ 個の二次電子が発生する $N$ 段の光電子増倍管の増幅率 $M$ は、

$$M = \delta^N = 2^{10} = 1024$$

【64-52(PM)1】ブルー・ノート参照ページ：375

$$R[\Omega] = \rho[\Omega\text{m}] \times (l[\text{m}]/S[\text{m}^2]) = 2.66 \times 10^{-8} \times 500 / \{2 \times (10^{-3})^2\} = 6.65$$

【64-53(PM)3】ブルー・ノート参照ページ：402～404

$$W = I^2 R \times t \text{ より, } R = W / (I^2 \times t) = 36 \times 10^3 / (1^2 \times 10 \times 60) = 60[\Omega]$$

$$Z = V/I = 100/1 = 100[\Omega]$$

$$Z = (R^2 + X^2)^{1/2} \text{ より, } X = (Z^2 - R^2)^{1/2} = (100^2 - 60^2)^{1/2} = 80[\Omega]$$

【64-54(PM)5】イエロー・ノート参照ページ：25

$$V_d[\text{kV}] = V_c[\text{kV}] - (\text{mAs}[\text{mC}] / C[\mu\text{F}]) = 90 - (15/0.5) = 60[\text{kV}]$$

【64-55(PM)1 and 5】ブルー・ノート参照ページ：412

【64-56(PM)解なし(5のみ)】ブルー・ノート参照ページ：417, 422, 425

- 整流作用を一方向のみに電流を流す作用と定義すると、フォトダイオードは光を当てない場合に整流作用が大きくなる。光を当てた場合には、逆方向電流が増加する。この作用を利用して光検出を行っている。

【64-57(PM)4】ブルー・ノート参照ページ：440～441

- 回路構成としては、4入力の反転加算回路である。

$$V_o = -(80/10 + 80/20 + 80/40 + 80/80) \times (-1) = 15[\text{V}]$$



## 放射化学

小川雅之

【64-1(AM)4】 ブルー・ノート参照ページ：451

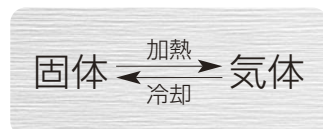
【64-2(AM)1】 ブルー・ノート参照ページ：462

【64-3(AM)2 and 5】 ブルー・ノート参照ページ：469

【64-4(AM)2】 ブルー・ノート参照ページ：475～483

【64-5(AM)1】 ブルー・ノート参照ページ：475～483

- 選択肢3：溶媒抽出法とアンモニアの組合せは過去【39-9(AM)5】【50-9(AM)5】でも誤っている組み合わせで出題されている。
- 選択肢4：物質が液体にならずに固体と気体の間を変化することを昇華という。



昇華性を利用して放射性核種の分離を行う方法を昇華法とよんでいる。固体が気体になるなりやすさは、蒸留法と同様に蒸気圧の差で表され、この差を利用して分離する。

- 選択肢5：“ガスキャリア”は、ガスクロマトグラフィの移動相のキャリアガスのことを指していると思われる。

【64-6(AM)2 and 5】 ブルー・ノート参照ページ：489～491

- 選択肢1：一般式RMgXで表されるグリニャール試薬を用いると、炭素(C)や水素(H)標識を行うことができる。問題のように“グリニャール反応”となると、有機化学では、炭素を増やす方法なので、炭素(C)の標識が正しい。

【64-7(AM)2 and 3】 ブルー・ノート参照ページ：495

【64-8(AM)3】 ブルー・ノート参照ページ：471

## 放射線計測学

大谷浩樹・細田正洋

【64-58(PM)2, 3】 ブルー・ノート参照ページ：504～508

- エネルギーフルエンスの単位は、 $\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$
- カーマの特別単位は、Gy
- 吸収線量の特別単位は、Gy
- 実効線量の特別単位は、Sv
- 照射線量の単位は、 $\text{C} \cdot \text{kg}^{-1}$

【64-59(PM)5】 ブルー・ノート参照ページ：507

- カーマはエネルギーフルエンスに質量エネルギー転移係数を乗じて求められる。

【64-60(PM)3 and 4】 ブルー・ノート参照ページ：511～517, 521, 525～526, 529

- 電離箱は、気体の電離を利用した検出器である。
- CR-39は、固体飛跡検出器に使用される絶縁性固体である。放射線の入射によって生成されたエッチピット（放射線によって作られた傷跡）の数を顕微鏡などで数える。
- NaI(Tl)は、潮解性があるためアルミニウムのケースに封入されている。
- GM計数管は、有機ガスやハロゲンガスによる電子なだれがある。
- 蛍光ガラス線量計は、ラジオフォトルミネセンスで波長615 nmの発光がある。

**【64-61(PM)1】 ブルー・ノート参照ページ：512～514**

- 極性効果は無視できるほどなので補正は必要ない。
- 照射野は線量計を十分包括する大きさとする。
- 電離容量の小さなものでも校正することで使用できる。
- 診断用X線ではビルドアップは起こさない。

**【64-62(PM)1 and 5】 ブルー・ノート参照ページ：516～517**

- $\beta$ 線の検出は100%近く、 $\gamma$ 線は1%以下である。
- エネルギー分析はできない。
- 分解時間内に入射した放射線はすべて数え落とされる。
- 出力パルスは一定である。
- 内部消去法としてクエンチングガスを用いて持続放電を停止させる。

**【64-63(PM)1】 ブルー・ノート参照ページ：512～514**

- LET(線エネルギー付与)は再結合損失に影響しない。

**【64-64(PM)1】 ブルー・ノート参照ページ：518～526**

- 半導体検出器は、固体の電離を利用したものである。
- しきい検出器は、核種の放射化を利用したものである。
- 蛍光ガラス検出器、チェレンコフ検出器、CsI(Tl)は蛍光を使用したものである。

**【64-65(PM)3】 ブルー・ノート参照ページ：521, イエロー・ノート参照ページ：587～589**

- NaI(Tl)シンチレーション検出器は $\gamma$ 線の計測に用いられる。ホールボディカウンタは人体内から放出する放射線の測定に用いられている。計数値から放射能が計算される。

**【64-66(PM)5】 ブルー・ノート参照ページ：534～536**

- 半径 $r$ の球体の表面積を $a$ とすると、1ステラジアン(sr)は、 $1sr = \frac{a}{r^2}$

$\frac{\pi}{5}$  sr 面積は、 $\frac{\pi}{5} r^2$  となる。

したがって幾何学的効率は、 $\frac{\frac{\pi}{5} r^2}{4\pi r^2} = 0.05$

ゆえに放射能は、 $\frac{100}{0.05} = 2000$

**【64-67(PM)2】 ブルー・ノート参照ページ：540～542**

- 問題の図より1チャンネルあたり0.612keVである。
- Aは後方散乱ピークである。
- Bは $^{88}\text{Y}$  1836keVからのダブルエスケープピークである。
- Cは $^{88}\text{Y}$  1836keVからのシングルエスケープピークである。
- コンプトン端はBの左側およびCの右側に見られる。
- 陽電子放出は電子対生成後によるものなので1836keV光子によって生じる。

- 【64-9(AM)2】 イエロー・ノート参照ページ：8, 11~13
- 【64-10(AM)3】 イエロー・ノート参照ページ：15
- $P = u [\text{kV}] \times i [\text{mA}] \times f$  より,  $f = P / (u \times i) = 30.4 \times 10^3 / (80 \times 400) = 0.95$  したがって, 管電圧のリプル百分率は10~25%となる。
- 【64-11(AM)5】 イエロー・ノート参照ページ：8
- 外装漏れ電流の許容値は正常状態で0.1mAである。
  - 最小照射野はSID 1mにおいて5×5cm以下。
  - 最大照射野はSID 65cmにおいて35×35cmを超えない。
  - 漏れX線はX線管焦点から1mの距離で1.0mGy/h以下。
- 【64-12(AM)4】 イエロー・ノート参照ページ：3~4, 17, 19
- 【64-13(AM)3】 イエロー・ノート参照ページ：26~29
- インバータ周波数は1~50kHzが使用されている。
  - 方形波(非共振)形も使用されている。
  - 管電圧の立ち下がり時間は管電流設定値(フィラメント加熱)で定まる。
- 【64-14(AM)5】 イエロー・ノート参照ページ：なし
- 管電流のみを200mAから400mAに変化させているため, 管電流波形のピーク値が400mAで, かつフィラメント加熱が大きいため, 管電圧波形の立ち下がり時間が短くなっている波形を選択する。
- 【64-15(AM)5】 イエロー・ノート参照ページ：34~35
- 周辺部ほど像歪みが大きく, 輝度が低下するため, 解像度も低下する。
- 【64-16(AM)2 and 4】 イエロー・ノート参照ページ：48~49
- 【64-17(AM)1 and 2】 イエロー・ノート参照ページ：44
- 【64-18(AM)4】 イエロー・ノート参照ページ：8, 30~31, 41~42
- 【64-19(AM)3】 イエロー・ノート参照ページ：52
- 【64-20(AM)3】 イエロー・ノート参照ページ：52~57
- 【64-21(AM)2 and 5】 イエロー・ノート参照ページ：63~67
- 【64-22(AM)4】 イエロー・ノート参照ページ：66~67
- 【64-23(AM)1 and 3】 イエロー・ノート参照ページ：68~69
- 【64-24(AM)1】 イエロー・ノート参照ページ：70
- 【64-25(AM)2】 イエロー・ノート参照ページ：71
- 【64-26(AM)2】 イエロー・ノート参照ページ：71~73
- 【64-27(AM)1 and 5】 イエロー・ノート参照ページ：6

**【64-28(AM)2】 イエロー・ノート参照ページ：6**

- JIS Z 4701 8.5.2 撮影時の焦点皮膚間距離に最小の焦点皮膚間距離が定まっている。
- 移動形X線装置による撮影 ⇒ 20cm
- 手術中のX線撮影 ⇒ 20cm
- 乳房用であって、拡大撮影をするもの ⇒ 20cm
- 循環器用であって、拡大撮影をするもの ⇒ 30cm
- 公称最高管電圧が60kVを超えない歯科撮影用 ⇒ 10cm
- 公称最高管電圧が60kVを超える歯科撮影用 ⇒ 20cm
- 口こう外X線受像器をもち焦点皮膚間距離が短い歯科用撮影 ⇒ 6cm
- 歯科パノラマ断層撮影用 ⇒ 15cm

**診療画像検査学**

長島宏幸

**【64-29(AM)3 and 4】 イエロー・ノート参照ページ：206**

- ミスレジストレーションとは、位相エンコードと信号読み取りまでの時間内に血液などの対象物質が移動することによって、本来の位置とは異なる場所に対象物質が描出されてしまうことである。信号を読み取るまでの時間を短縮させることや、速度補正(リフェイズ)用傾斜磁場を位相エンコード方向に加えることで、出現するアーチファクトを抑制できる。

**【64-30(AM)1 and 4】 イエロー・ノート参照ページ：110, 183, 217~218**

- 急性虫垂炎の診断には、X線CT検査や超音波検査が実施され、消化管穿孔の診断には、腹部X線検査やX線CT検査が実施される。急性くも膜下出血の診断においては、近年、MRI検査でも可能になってきたが、CT検査に比べて有用とまではいかない。

**【64-31(AM)2】 イエロー・ノート参照ページ：203, 206, 210**

- FSE(高速SE法)は、180°パルスを連続して印加させることで、磁化率による位相分散が数多く再収束されるため、SE法よりも磁化率効果が出現しにくい。

**【64-32(AM)4】 イエロー・ノート参照ページ：212, 214**

- リン脂質代謝の情報は、MRスペクトロスコピー(MRS)によって得られる。

**【64-33(AM)2】 イエロー・ノート参照ページ：206, 208**

- 画像に出現しているアーチファクトは、折り返しアーチファクトである。
- 受信周波数帯域(受信バンド幅)の拡大は、磁化率や化学シフトアーチファクトの軽減につながり、検査室の電波シールドの修繕は、RFジッパーアーチファクトの除去につながる。

**【64-34(AM)1 and 2】 イエロー・ノート参照ページ：208**

**【64-35(AM)4】 イエロー・ノート参照ページ：202, 209, 211**

- STIR法は、IR法を用いて脂肪のヌルポイントにTI(反転時間)を設定することで脂肪の信号を抑制する方法である。水選択励起法は、任意の角度の $\alpha$ °パルスを複数回利用することで脂肪組織を結果的に励起せず、水組織のみを選択的に励起させる方法であり、脂肪の信号を抑制できる。

**【64-36(AM)1 and 3】 イエロー・ノート参照ページ：199**

- ヘリウムが気化されることで室内の酸素濃度が低下するため、酸素濃度計の表示値(正常酸素濃度：21%)を確認する。

**【64-37(AM)1】 イエロー・ノート参照ページ：225**

- ドブラモード表示であるパルスドブラやカラードブラでは、血流速度がパルス繰り返し周波数で制限される周波数上限を超えると、FFT波形において、上限を超えた周波数成分の上端部分が流速の反対側に表示されたり、画像上にて、赤色で表示されるべき血管が青色に表示されたりする、折り返し現象(エリアシング)が出現する。

- [64-38(AM)3]** イエロー・ノート参照ページ：234
- [64-39(AM)5]** イエロー・ノート参照ページ：195
- [64-40(AM)2]** イエロー・ノート参照ページ：235～236  
 ・ハンブサインとは、肝臓の腫瘍性病変で見られる突出した画像所見のことである。
- [64-41(AM)3]** イエロー・ノート参照ページ：238～239  
 ・ミラージュ現象は、超音波画像で見られるアーチファクトである。
- [64-42(AM)3]** イエロー・ノート参照ページ：239  
 ・無散瞳眼底カメラを用いた撮影は、自然散瞳下で行われるため、撮影終了直後の車の運転が許可されるが、散瞳眼底カメラを用いた撮影では、散瞳薬が点眼されるため、ぼやけて見えたり、発作を引き起こしたりすることもあり、撮影終了直後の車の運転は許可されない。
- [64-43(AM)4]** イエロー・ノート参照ページ：213
- [64-44(AM)4]** イエロー・ノート参照ページ：204
- [64-45(AM)4]** イエロー・ノート参照ページ：216～217  
 ・病巣部の位置と信号強度(T2強調画像で低信号)から、病変は子宮筋腫である。
- [64-46(AM)3]** イエロー・ノート参照ページ：229, 233  
 ・右肋間走査の画像であり、肝腎コントラストの測定に利用される断層像である。  
 ・肝臓内のエコーレベルが高く(高輝度肝)、肝腎コントラストも増強されていることから、脂肪肝であると考えられる。
- [64-47(AM)5]** イエロー・ノート参照ページ：230, 233, 236  
 ・右肋間走査の画像であり、胆嚢の観察に利用される断層像である。  
 ・胆嚢内に高エコーを呈する隆起性病変が認められ、後方に低エコー帯(音響陰影)を呈していないことから、コレステロールポリープであると考えられる。音響陰影が認められると結石、胆嚢内に胆汁濃縮による点状のエコーが認められると胆泥(スラッジ)、胆嚢壁の肥厚が認められると胆嚢炎、尾を引いた高エコーのコメット様エコーが認められると腺筋腫症が疑われる。
- [64-48(AM)2]** イエロー・ノート参照ページ：236  
 ・右肋間走査の画像である。  
 ・矢印の低エコー領域は、肝表面よりも前方に位置しており、腹水であると考えられる。

## X線撮影技術学

長島宏幸

- [64-68(PM)5]** イエロー・ノート参照ページ：242  
 ・現在、チーム医療の推進を目的に、画像診断における読影の補助、および放射線検査等に関する説明・相談を行う業務に対する診療放射線技師の積極的な活用について検討されている。また、卒前卒後教育の見直しを前提に、診療放射線技師の業務範囲の拡大についても検討されている。検討されている業務内容は、CTおよびMRI検査などにおける造影剤自動注入器の接続と操作、および検査後の抜針と止血、下部消化管検査における肛門からのカテーテル挿入、およびカテーテルからの造影剤と空気の注入、である。
- [64-69(PM)5]** イエロー・ノート参照ページ：186
- [64-70(PM)4]** イエロー・ノート参照ページ：75, 149

- [64-71(PM)4]** イエロー・ノート参照ページ：76
- [64-72(PM)1]** イエロー・ノート参照ページ：76
- [64-73(PM)4]** イエロー・ノート参照ページ：103
- [64-74(PM)2 and 4]** イエロー・ノート参照ページ：102～103, 106  
 • ポジショニング時に、隆椎(第7頸椎)棘突起の位置を触知するのは、その位置と検出器の上縁部を同じ高さに設定するためであり、このようにして撮影された画像内には肺尖部が必ず含まれて描出される。
- [64-75(PM)1]** イエロー・ノート参照ページ：109  
 • 腹部X線写真を呼気で撮影する目的ではないが、呼気により腹厚が薄くなり、自動露出機構を用いることでX線管の負荷は軽減される。
- [64-76(PM)4]** イエロー・ノート参照ページ：110
- [64-77(PM)4]** イエロー・ノート参照ページ：132
- [64-78(PM)3]** イエロー・ノート参照ページ：146  
 • MLO方向で撮影された高濃度乳房の画像であり、大胸筋とともに乳房下軟部組織も描出されている。
- [64-79(PM)1]** イエロー・ノート参照ページ：147
- [64-80(PM)2 and 3]** イエロー・ノート参照ページ：163～164  
 • 鎮痙薬(抗コリン剤)は、胃の蠕動運動や痙攣、胃液分泌を抑制するために使用される。
- [64-81(PM)5]** イエロー・ノート参照ページ：172
- [64-82(PM)5]** イエロー・ノート参照ページ：180～181
- [64-83(PM)5]** イエロー・ノート参照ページ：134
- [64-84(PM)3]** イエロー・ノート参照ページ：168  
 • 矢印が示す部位は、横行結腸である。
- [64-85(PM)2]** イエロー・ノート参照ページ：166  
 • 立位充満正面像および背臥位二重造影第1斜位像において、胃が大きく変形しており、辺縁不整も認められることから、固有筋層より深く進行している進行胃がんであると考えられる。
- [64-86(PM)4]** イエロー・ノート参照ページ：188  
 • 背側から、イ→エ→ア→ウ→オ、の順に腹側に向う。
- [64-87(PM)5]** イエロー・ノート参照ページ：183  
 • ウィリス動脈輪やシルビウス裂、脳幹周囲脳槽、大脳縦裂が高吸収域を呈していることから、くも膜下出血が考えられる。

## 【64-49(AM)1 and 2】イエロー・ノート参照ページ：244～245, 599～600

- 汚染は低レベルから高レベルへ(汚染箇所の外側から中心に向けて)。
- 検査の説明は事前に実施するのが大前提である。

## 【64-50(AM)4】イエロー・ノート参照ページ：なし

- 医療法規則第30条の8の2第2号では、**放射線診療従事者、投与前の受診者等の放射線被ばくを可能な限り少なくするために**、投与後の受診者を陽電子断層撮影診療用放射性同位元素が分布するのに十分な時間待機させるための室である陽電子待機室の設置が規定されている。

## 【64-51(AM)5】イエロー・ノート参照ページ：314

- $^{131}\text{I}$  - アドステロールの検査は核医学検査のなかで放射性医薬品投与後検査開始まで最も長い検査である。

## 【64-52(AM)2】イエロー・ノート参照ページ：256～257

- $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$  の集積機序はイオン輸送である。また、排泄は尿へ主に排泄されるため腎臓への集積がある。

## 【64-53(AM)2】イエロー・ノート参照ページ：330, ブルー・ノート参照ページ：144～145

## 【64-54(AM)2】イエロー・ノート参照ページ：274

- 評価方法として、重量法、倍々希釈法、減衰法、減弱法などがある。

## 【64-55(AM)1 and 3】イエロー・ノート参照ページ：265

- 中エネルギーの範囲は、160～300keV程度で $^{67}\text{Ga}$ ,  $^{81\text{m}}\text{Kr}$ ,  $^{111}\text{In}$ がある。

## 【64-56(AM)1 and 2】イエロー・ノート参照ページ：259～261

- RI画像のアーチファクトは、放射性医薬品由来、被検者由来、術者由来、装置由来の4つに分類される。リング状アーチファクトはSPECT画像で最も多く出現する現象である。

## 【64-57(AM)4】イエロー・ノート参照ページ：279

- 逐次近似法の1つで、特徴としては、
  - ①画像再構成の画素値が負にならない
  - ②画素値の飽和が保存される
  - ③雑音のないデータでは収束が保障される
  - ④低カウント領域での信号雑音比がよい
  - ⑤高カウント領域からの線状アーチファクトが軽減される
  - ⑥不完全投影データに適用可能
  - ⑦定量性の向上が期待できる
  - ⑧計算に時間がかかる
  - ⑨**雑音に対する拘束がないため逐次近似の回数とともに雑音が増加する**
  - ⑩収束速度が空間周波数に依存する  
が挙げられる。

## 【64-58(AM)5】イエロー・ノート参照ページ：286

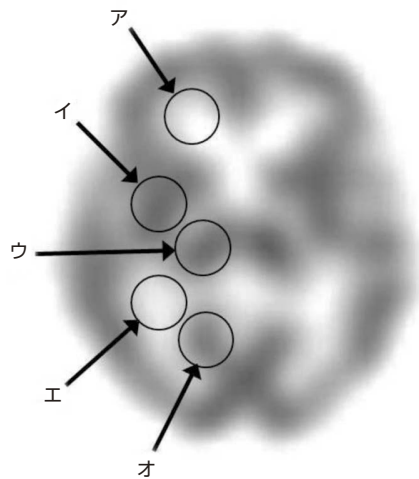
- One Point Adviceを参照。  
**画像分解能に影響する因子**
  - ①ポジトロンが運動エネルギーを失い、消滅光子を放射するまでに本来の位置から移動する。これが空間分解能の劣化の原因になる。
  - ②消滅光子の対向角：消滅光子の放射方向はお互いに完全な180°ではなく、0.5°程度の範囲ですれがあり、分解能の劣化の原因になる。これは、陽電子と軌道電子と結合して電子が消滅するわけであるが最外殻電子と内部電子ではその結合エネルギーが異なることに起因する。
  - ③検出器クリスタルの大きさ
  - ④検出器間の距離(リング検出器の半径)

【64-59(AM)1】 イエロー・ノート参照ページ：288～289

【64-60(AM)4】 イエロー・ノート参照ページ：278

- $1 \div 2(51 \div 1.5 \div 64) = 0.94$

【64-61(AM)3】 イエロー・ノート参照ページ：315



ア：前頭葉 イ：尾状核 ウ：視床 エ：後頭葉 オ：後帯状回

【64-62(AM)4】 イエロー・ノート参照ページ：314～316

- イオマゼニールは脳神経描出薬剤である。

【64-63(AM)4】 イエロー・ノート参照ページ：324

- 洗い出し相の検査は $^{133}\text{Xe}$ のみで $^{81\text{m}}\text{Kr}$ は半減期が短いのでできない。

【64-64(AM)3】 イエロー・ノート参照ページ：327

【64-65(AM)5】 イエロー・ノート参照ページ：330

- 肝機能障害が高度になるほど、肝臓への取り込みが遅延し、逆に心プール残存量が多くなり蔓延する。

【64-66(AM)2】 イエロー・ノート参照ページ：333～334

【64-67(AM)3】 イエロー・ノート参照ページ：244～245, 259

【64-68(AM)2】 イエロー・ノート参照ページ：258, 341～342

- $^{18}\text{F}$ -FDGは放射線被ばくを除き、副作用がほとんどない医薬品である。



## 【64-69(AM)1】 イエロー・ノート参照ページ：537～538

- 治療台への移動ではベッドから直接行う場合も含め、特に注意をはらい必要に応じて介助を行うべきなので適切である。その他の選択肢は患者個人情報保護の点で不適切なもの、外部照射では患者から放射線が出るわけではないので不適切なものがある。

## 【64-70(AM)4】 イエロー・ノート参照ページ：なし

- 患者の誤認を防ぐ方法で最も有効と考えられるのは、「患者に名前をフルネームで名乗ってもらう」のがよい。この他、顔写真なども併用するとより確実である。

## 【64-71(AM)3】 イエロー・ノート参照ページ：418～421

- 高LET放射線で生物学的効果比(RBE)が大きいのは、選択肢中では炭素線、速中性子線である。線量分布に優れているのは、炭素線、陽子線である。したがって、線量分布は優れていないが、生物学的効果が優れているのは速中性子線である。

## 【64-72(AM)4】 イエロー・ノート参照ページ：367～372

- リニアックは直線加速装置である。
- バンデグラフは絶縁ベルトで電荷を移送する。
- シンクロトロンは磁束密度を増大させて荷電粒子の軌道を一定半径に保つ。
- マイクロトロンは加速電極を粒子が通るごとに加速され、回転半径は大きくなる。

## 【64-73(AM)4】 イエロー・ノート参照ページ：383

- 保守管理プログラムでは選択肢「X線照射野の確認」および「治療台天板の高さ確認」など幾何学的項目の多くは1月ごとである。また、「X線深部線量曲線測定」および「リファレンス線量計の校正」などの線量管理項目の多くは1年または6月～1年ごとである。しかし、線量管理項目であっても線量モニタシステムの校正などは1週ごとであり、例外もある。

## 【64-74(AM)3 and 5】 ブルー・ノート参照ページ：509～510

- 線質変換係数は基準線質(通常はコバルト60γ線)に対する測定対象とする線質での電離箱の応答の違いを補正するための係数である。したがって、「コバルト60γ線に対する値は1となる」。また、標準測定法のもととなったIAEA TRS-398では「基準線質に対する測定対象線質の水吸収線量校正定数の比」として定義されている。

## 【64-75(AM)2】 ブルー・ノート参照ページ：509～510, イエロー・ノート参照ページ：388

- 校正点吸収線量  $D_c$  は  $D_c = M \cdot N_{D,w} \cdot k_Q$

ここで、 $M$  は水中 10cm での電位計の指示値(下記の必要な補正が施された値)

$N_{D,w}$  は水吸収線量校正定数

$k_Q$  は線質変換係数

である。

$M$  は電離箱の収集電荷の値に温度気圧、イオン再結合などの補正を施した値である。しかし、温度気圧の補正に関しては測定時の温度気圧が標準状態と同一のため考慮する必要がない。イオン再結合および極性効果は無視できるとされている。

また、 $k_Q$  線質変換係数は本来提示されるべきであるが、明示されていないので 1.000 とする。

以上のことより、冒頭の式に数値を代入すると、

$$\begin{aligned} D_c &= M \cdot N_{D,w} \cdot k_Q = 15.0 [\text{nC}] \cdot 50.0 [\text{mGy/nC}] \cdot 1.000 \\ &= 750 [\text{mGy}] = 0.750 [\text{Gy}] \end{aligned}$$

校正点吸収線量  $D_c$  が求まったらこれを基準点吸収線量  $D_r$  に以下の式で変換する。

$$D_r = \frac{D_c}{TMR}$$

ここで  $TMR_c$  は校正深での組織最大線量比  $TMR$  である。校正深は光子の場合 10cm なので表から読み取って  $TMR_c = 0.750$

$$D_r = 0.750 [\text{Gy}] / 0.750 = 1.000 [\text{Gy}]$$

出力校正で求める  $DMU$  はモニタ単位 MU あたりの基準点吸収線量  $D_r$  なので以下の式で求まる。  
ただし、 $N(\text{MU})$  はセットしたモニタ値である。

$$DMU = \frac{D_r}{N}$$

$$DMU = 1.000 [\text{Gy}] / 100 [\text{MU}] = 0.010 [\text{Gy}/\text{MU}]$$

**【64-76(AM)1 and 3】 ブルー・ノート参照ページ：509～510**

- 標準測定法 01 において光子 (X・γ 線) の測定のリファレンス線量計はファーマ形電離箱を用いる。変位法を用いる場合の実効中心は  $0.6r_{\text{cy}}$  線源側である。また TMR や PDD の測定などの深部量比の測定では実効中心 (変位法) を用いる。校正点吸収線量測定およびリファレンス線量計の校正時とも、光子線では幾何学的中心を用いる。

**【64-77(AM)1】 イエロー・ノート参照ページ：392**

- 基準点出力係数  $OPF_r$  は以下のように定義される。

$$OPF_r = D_r(A) / D_r(A = 10 \times 10) \quad \text{ただし、線源基準点間距離は同一とする。}$$

すなわち、基準となる照射野  $10\text{cm} \times 10\text{cm}$  に対する各照射野の出力の比であり、以前の照射野係数に相当する。したがって、照射野が大きくなるにつれ大きくなり、照射野  $10\text{cm} \times 10\text{cm}$  では 1.00 となるグラフが正しい。

**【64-78(AM)3 and 4】 ブルー・ノート参照ページ：509～510**

**イエロー・ノート参照ページ：400**

- 電子線の線量測定では、

$$\text{校正深 } d_c = 0.6R_{50} - 0.1 [\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}] \quad \text{である。}$$

指頭 (ファーマ) 形電離箱はエネルギーによってはリファレンス線量計として使用できる。電子線では照射筒 (ツープス・コーン) を使用するので SSD 法を用いる。線質指標として深部量半価深  $R_{50}$  を用いる。電子線では深部量百分率と深部電離量百分率は一致しない。

**【64-79(AM)1】 イエロー・ノート参照ページ：393～395**

- 一般に使われる電子線のモニタ値  $N(\text{MU})$  の計算は以下の通り

$$N [\text{MU}] = \frac{\text{処方 (ICRU 基準点) 線量} [\text{Gy}]}{(PDD/100) \times OPF \times DMU [\text{Gy} \cdot \text{MU}^{-1}]}$$

ただし、 $PDD$ ：深部量百分率、 $OPF$ ：出力係数である。

また、電子線のモニタ値の計算の ICRU 基準点は基本的に最大深を用いる。電子線で治療可能な領域は 80% 線量域までなので、この問題での最深部 3cm の PDD が 82% なので最大深に 2Gy を処方する計算とすればよい (DMU が cGy 単位であることに注意する)。

$$N [\text{MU}] = \frac{2 [\text{Gy}]}{(100/100) \times 1.02 \times 0.01 [\text{Gy} \cdot \text{MU}^{-1}]} = 196 [\text{MU}]$$

**[64-80(AM)2] イエロー・ノート参照ページ：401, 404**

- 基本的に標的に対して同一線量を投与した場合、エネルギーが低いほど、照射門数が少ないほど皮膚線量は高くなる。

**[64-81(AM)3] イエロー・ノート参照ページ：385~388**

- TMR, PDDに関して影響を与える因子は表7のとおり。

**表7 深部量比に対する影響因子**

TMR	影響するもの → 照射野・エネルギー・深さなど
	影響しないもの → SSD・STD・線量・線量率など
PDD	影響するもの → 照射野・エネルギー・深さ・SSDなど
	影響しないもの → 線量・線量率など

**[64-82(AM)3] イエロー・ノート参照ページ：431**

- 最小耐容線量TD5/5(5年で5%以下の頻度で重篤な副作用をきたす最小線量)の最も低いのは卵巣で2~3Gyで永久不妊となる。

**[64-83(AM)5] イエロー・ノート参照ページ：432, 449, 451~452, 456~457**

- それぞれの腫瘍に必要な最低の線量は、表8のとおり。

**表8 腫瘍に対する総線量**

肺腺癌	60Gy
喉頭癌	60Gy
前立腺癌	70Gy
子宮頸部癌	腔内照射約30Gy+外照射45(中央遮蔽あり)
松果体胚腫	40Gy

**[64-84(AM)2] イエロー・ノート参照ページ：431~433, 443~445**

- 治療可能比(TR)とは、

$$TR = \frac{\text{正常組織の耐容線量(TTD)}}{\text{腫瘍致死線量(TLD)}}$$

で表される。

多分割照射では1回線量を下げることによって、晩期反応性正常組織の障害を軽減することにより治療可能比を高める効果がある。

**[64-85(AM)2] イエロー・ノート参照ページ：443, 450~451**

- すべての選択肢は標準治療として通常分割照射が適用される。中咽頭癌の場合、進行例において、通常分割照射より多分割照射のほうが局所制御率がよいとされている。

**[64-86(AM)5] イエロー・ノート参照ページ：413~414, 449**

- 脳動脈瘤および多発性硬化症は放射線治療の適応とならない。
- 定位放射線照射の適応は以下のとおり。  
 頭頸部 → 転移性脳腫瘍、聴神経腫瘍、下垂体腺腫、脳動静脈奇形など  
 体幹部 → 原発性および転移性の肺および肝の腫瘍、脊髄動静脈奇形など

**[64-87(AM)2] イエロー・ノート参照ページ：353~354, 428**

- 分化型甲状腺癌の非密封RI内用療法ではβ線源である<sup>131</sup>Iが用いられる。

**[64-88(AM)1 and 3] イエロー・ノート参照ページ：467~468**

- 子宮頸癌の急性期の障害としては、「下痢」および「食欲不振」が挙げられる。その他はすべて晩期障害である。

【64-89(AM)3】 イエロー・ノート参照ページ：475

- 2進数から8進数の変換は3桁ごとに分けることで効率よく基数変換可能である。

$$\underbrace{1}_{1} \underbrace{100}_{4} \underbrace{100}_{4}$$

【64-90(AM)4】 イエロー・ノート参照ページ：なし

- Ex-OR(イクスクルーシブ・オア)回路「排他的論理和」 $\Rightarrow \bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B} = X$

入力電圧レベルがAとBの互いに異なるときだけ出力が「真“1”」となる回路である。

このほかにも、NOR回路(OR回路の否定)、NAND回路(AND回路の否定)、Ex-NOR回路(入力電圧レベルがAとBの互いに等しいときだけ出力が「真“1”」となる回路)もある。

【64-91(AM)4】 イエロー・ノート参照ページ：479~480

- HUBはLANにおけるネットワークケーブルを接続する機器をいう。よって「通信機能」と関連がある。

【64-92(AM)3】 イエロー・ノート参照ページ：489~492

- ラチチュードは寛容度であること、微分は傾斜を導くことであることを覚えておこう。

【64-93(AM)3】 イエロー・ノート参照ページ：486

【64-94(AM)2 and 4】 イエロー・ノート参照ページ：494

- トランケーションエラーは金属スリット像の線広がり関数をフーリエ変換してMTFを求める際、線広がり関数の裾野が十分求められていないと正しい解像特性が得られない(裁断)誤差を指すことを覚えておこう。

【64-95(AM)3】 イエロー・ノート参照ページ：505

【64-96(AM)1 and 2】 イエロー・ノート参照ページ：530

- 個人情報保護は機密性・完全性・可用性を保つため、様々な技術的な安全対策が図られているが、運用管理規定を定め業務を行なうことが重要であることを覚えておこう。

【64-97(AM)4】 イエロー・ノート参照ページ：529

【64-98(AM)2】 イエロー・ノート参照ページ：533

【64-88(PM)4】 イエロー・ノート参照ページ：490

- 2倍の相対露光差の対数値が $\log_{10}2=0.3$ であるのに対し、設問の1.5はその5倍、つまり最低濃度の20ステップ目から5回「くつつも(ブートストラップ)法」を行うことで解答を得ることができる。

【64-89(PM)3】 イエロー・ノート参照ページ：513

- C-D(contrast-detail)ダイアグラムはアクリル板にサイズとコントラストを順次変化させたバーガー(Burger)ファントムを用いた主観的評価法であることを覚えておこう。

【64-90(PM)3 and 4】 イエロー・ノート参照ページ：518

- 「位置不変性」とは画像上、どこでも同じ性質を持つことを差し、増感紙・フィルム系ではハロゲン化銀結晶が $1\mu\text{m}$ 程度と十分小さく成立する。しかし、DR系ではピクセルの一边が $50\sim 100\mu\text{m}$ と大きいので、ライン状の入力信号がサンプリング点との位置によって出力信号が成立しない。DR系のMTFでは、ピクセルアライメントの影響を総合したプリンプリングMTFを評価することで、この問題を回避している。

【64-91(PM)1】 イエロー・ノート参照ページ：519  
 ・ウィナースペクトルをWSと略すことを覚えておこう。

【64-92(PM)1 and 4】 イエロー・ノート参照ページ：521～523

## 放射線安全管理学

星名利文・杉野雅人

【64-93(PM)4】 イエロー・ノート参照ページ：542

【64-94(PM)1 and 3】 イエロー・ノート参照ページ：565

【64-95(PM)2 and 3】 イエロー・ノート参照ページ：549, 551

【64-96(PM)2 and 5】 イエロー・ノート参照ページ：545, 559

・X線診療室の構造基準

①画壁の外側を人が通行する可能性がある場合は、画壁の遮へい能力を1mSv/週以下とする。

②X線診療室の室内には、X線装置を操作する場所を設けないこと。ただし、箱状の遮へい物を設けたとき、または必要な防護物を設けたときで、近接透視撮影、乳房撮影はできる。

③X線診療室である旨を示す標識を付す。

【64-97(PM)2】 イエロー・ノート参照ページ：595, 606

・求めたい被ばく線量  $I$  [ $\mu\text{Sv}$ ] は、

$$I = A \times C \times t \times \left( \frac{1}{L^2} \right)$$

A：放射能 [Bq]

C：線源の実効線量(1cm線量当量)率定数 [ $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ]

t：時間 [h]

L：線源からの距離 [m]

$$I = 37 \times 0.065 \times 1 \times \frac{1}{2^2} = 0.6$$

【64-98(PM)4 and 5】 イエロー・ノート参照ページ：545

【64-99(PM)4】 イエロー・ノート参照ページ：567～581

【64-100(PM)4 and 5】 イエロー・ノート参照ページ：582

・放射線Rにおける組織・臓器Tの等価線量  $H_{T,R}$ は

$$H_{T,R} = W_R D_{T,R}$$

$W_R$ ：放射線加(荷)重係数

$D_{T,R}$ ：組織・臓器Tについて平均された放射線Rに起因する吸収線量

【64-101(PM)1 and 4】 イエロー・ノート参照ページ：596～602

【64-102(PM)2】 イエロー・ノート参照ページ：544

・放射線業務従事者でもその人の胎児に対する被ばくは、公衆被ばくと考える。