

### 1 1 解答 a、c

- a. 正：放射線はX線、 $\gamma$ 線を含む電磁放射線と、粒子放射線に大別される。粒子放射線は $\beta$ 線、 $\alpha$ 線、重粒子線などの荷電性粒子線と、中性子の非荷電性粒子線に区分される。
- b. 誤： $\alpha$ 線はHe元素の原子核で比較的大きな質量数(4)を有しており、その遮蔽は紙一枚程度で十分である。
- c. 正：中性子線と電磁放射線は間接電離性放射線に分類される電離放射線である。直接電離性放射線はそれ以外の粒子線などである。
- d. 誤：電磁波の波長は、電波、マイクロ波、可視光線、紫外線、X線、 $\gamma$ 線の順で短くなる、エネルギーもこの順で高くなる。
- e. 誤： $\gamma$ 線などの電磁放射線(光子)は粒子性と波動性の両方をもつとされている。そのように結論づけるに至ったのは、前者は「光電効果」を、後者は「光の干渉、分光、屈折」を説明する上で確認できたといわれている。

### 1 2 解答 b

- a. 誤：ラジオ波治療は、ラジオ波電極針を直接腫瘍に穿刺し、電極から発生するラジオ波のエネルギーで腫瘍およびその周囲を熱凝固壊死させる治療。
- b. 正：超音波の深達性は超音波のエネルギーが高い方が向上する。
- c. 誤：陽電子消滅に伴う2個の消滅放射線(電子の静止エネルギーに相当する511keVの $\gamma$ 線)は180°対向して放出される。
- d. 誤：サーモグラフィは体内から放出される赤外線を測定して温度分布として観測する。
- e. 誤：MRIは水素原子の原子核、つまり陽子のスピンを画像化したもの。

### 1 3 解答 b

- a. 誤：X線のエネルギーが高ければ高いほど深部への到達距離は伸びるため、深部治療には10~15MV程度の高エネルギーX線が用いられる。
- b. 正：軌道電子捕獲や光電効果などによりK殻など内殻の軌道電子が核に取り込まれたり外に飛び出し空孔となると、その外側の軌道から電子が遷移する。特性X線は軌道電子の遷移の際、両軌道のエネルギー準位の差に相当する線エネルギーを有して放出される。そのため管電圧には依存しない。
- c. 誤：制動X線は、管電圧差で加速された熱電子が陽極元素の原子核とのクーロン作用により軌道を曲げられたときに発生する。その最大エネルギーは管電圧に比例する。
- d. 誤：診断用X線(数10~数100keV)と物質との相互作用は主に光電効果による吸収であり、物質の原子番号が大きくなるにつれて単位質量当たりの吸収は大きくなる。
- e. 誤：光電効果あるいはコンプトン散乱による吸収は低エネルギーX線の方が大きいため、連続スペクトルを有するX線が物質を通過すると、低エネルギー成分の減弱が起こる。低エネルギー成分とは比較的長波長側のX線を示す。

### 1 4 解答 d

- a. 誤：陽電子は物質中の自由電子との反応で電子対消滅を起こし、2本の対向する $\gamma$ 線(511keV、電子の静止エネルギー)を放出する。
- b. 誤：中性子は $\gamma$ 線と同様に非荷電放射線ではあるが、原子核との相互作用の結果間接的に電離を起こす電離放射線である。 $\gamma$ 線も間接電離放射線である。
- c. 誤：治療用X線は数MVから十数MVのエネルギーを有しており、このエネルギー帯での吸収は主にコンプトン散乱である。光電効果が主な吸収要因となるのは診断用X線である。
- d. 正：高エネルギー光子は光核反応( $(\gamma, n)$ 反応)により中性子を放出する。その閾値はおおよそ10MeVである。
- e. 誤：コンプトン効果は、入射光子と原子(軌道電子)との相互作用により起こる散乱である。

### 1 5 解答 b、e

ブラッグピークは、入射粒子の飛跡に沿って比エネルギー損失をプロットしたブラック曲線の深部に出現するピークのことであり、荷電粒子に限って現れる現象である。

以上、解答11~15は成田雄一郎先生(青森県立中央病院)