



放射線

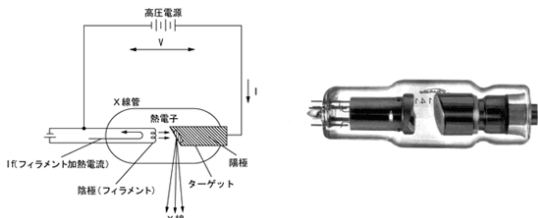
<https://l-hospitalier.github.io>

2016.2

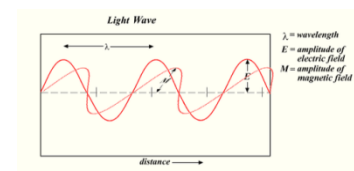
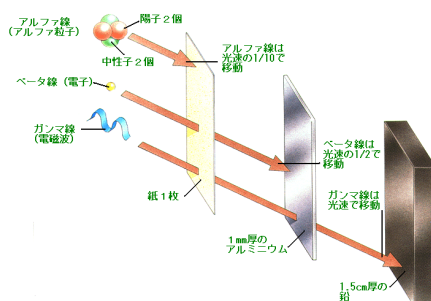
感染対策の基礎知識

#37

医療の現場では放射線が使われる。 ディスポ製品の消毒には γ 線、診断にはX線（法律用語は**エックス線**）、どちらも電磁波で γ 線は波長が 10pm （ピコメートル 10^{-12} ）より短いもの。 X線は波長 $1\text{pm} - 10\text{nm}$ （ナノメートル 10^{-9} ）で波長では区別できず、原子核の崩壊に伴って発生するものを γ 線、電子の急な加減速で発生するものをX線と呼ぶ。 X線管は真空管で、真空中のフィラメント加熱で発生した熱電子を高電圧で加速し、斜めの金属に衝突させて急減速するときに発生する電磁波のこと。 金属の冷却が重要。 原子核崩壊由来の放射線は **α 線**、 **β 線**、 **γ 線**、**中性子線**などあり。 ① **α 線**は核の α 崩壊に伴って発生し実体はヘリウムの



原子核（陽子 2 と中性子 2）。 陽子は無限の寿命（ 10^{33} 年以上）を持つ素粒子で水素が電子を失った水素の原子核、（水溶液中の pH の）水素イオンそのもので、どちらもプロトン（proton）。 空気中では数センチで減衰、紙一枚で遮断可能。 ② **β 線**は β 崩壊に伴って発生する電子線のこと（X線管では真空中で加速した β 線を金属に衝突させる）、アルミ 1mm で遮断可能。 ③ **γ 線**は上記のごとく電磁波。 透過力が



強い、遮断には鉛。 ④**中性子線**は通常の方法では発生、制御できず、核反応が必要。 極めて透過力が強く、15分で電子を放出して陽子に変わる（ β 崩壊）。 中性子は電荷をもたないので他の原子の電子殻を越えて原子核に

衝突でき、これを同位元素に変える（中性子捕獲）。 生体では通常の ^{23}Na が中性子捕獲によって同位体 ^{24}Na に変化すると、半減期約 15 時間の γ 線を放射するようになるので、中性子線による急性被曝の検査に使われる（中性子爆弾などの確認）。 原子炉では ^{235}U に中性子を当てると 2 つに分裂する（ ^{238}U はだめ）。 連鎖反応には中性子が速すぎ核燃料を透過、周囲を水（軽水、重水）や炭素（黒鉛）で覆って減速、反射で遅い中性子線（熱中性子線という）を得る。 液体金属（Na）は良い減速材だが取り扱い困難（もんじゅ）。 1999 年東海村臨界事故では 20 時間中性子線が観測され、バケツの 16kg の 18.8% の ^{235}U が、周囲の冷却水を減速材として連鎖反応を起こし臨界に達していた（簡易原子炉*）。 放射活性は単位時間当たりの核分裂回数（単位**ベクレル**： s^{-1} ）で表す。 一方、被爆量は 1kg の生体が吸収したエネルギー（単位は熱量と同じジュール： J ）で表される（単位は**グレイ**： Gy すなわち J/kg ）。 Gy に放射線の生体影響係数（X、 γ 、 β 線 1、陽子線 5、 α 線 20、中性子線（エネルギーにより）5~20 をかけたのが **Sv**：**シーベルト**（単位は Gy と同じ： J/kg ）。 骨髓、小腸上皮細胞など代謝の盛んな細胞は放射線に敏感で、白血球減少、下痢、倦怠感などの症状が出る。

放射線基礎医学で「7 S で即死」と教える。 CT では $7\text{--}20\text{ mSv}$ 、成田—サンフランシスコ間（9 時間）で $40\text{ }\mu\text{ Sv}$ （放医研データ）、自宅で $0.1\text{--}0.15\text{ }\mu\text{ Sv/hour}$ （ γ 線測定からの推定値）。 通常年間被爆（宇宙線、地中のラドン）は 2.4 mSv/year 。 *大学の臨界炉は東大（弥生）京大（熊取）近大（0.1w）など。