



がんの画像診断

CTとPET-CTでわかること

巽 光朗

順天堂大学大学院医学研究科 放射線診断学



はじめに

- 画像検査は、現代の医療において欠くことのできない存在となっている。
- 本日の講座では、がんの診療に関係の深いCTとPET-CTについて、基本的事項を中心にお話する。

放射線によるがんの診断

- 単純X線
- 血管造影(カテーテル)
- **CT**(computed tomography)
- 核医学(SPECT, **PET**)

注:**MRI**は放射線を用いない。

放射線

電離放射線の種類

電離放射線

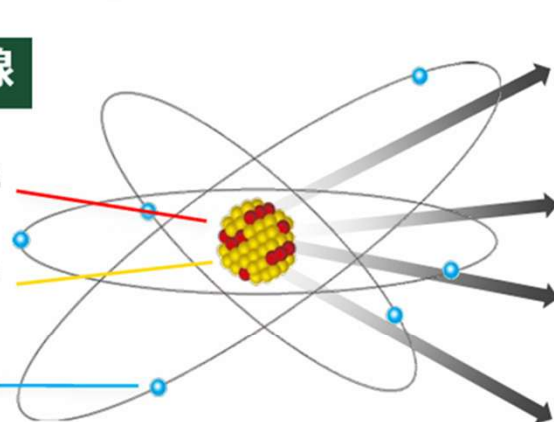
電離作用を有する放射線

粒子線

陽子

中性子

電子



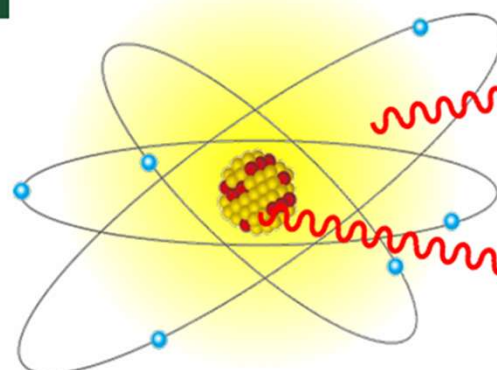
α 線 (原子核から飛び出るヘリウムの原子核)

β 線 (原子核から飛び出る電子)

中性子線 (原子炉, 加速器等から作られる)

陽子線 (加速器等から作られる)

電磁波



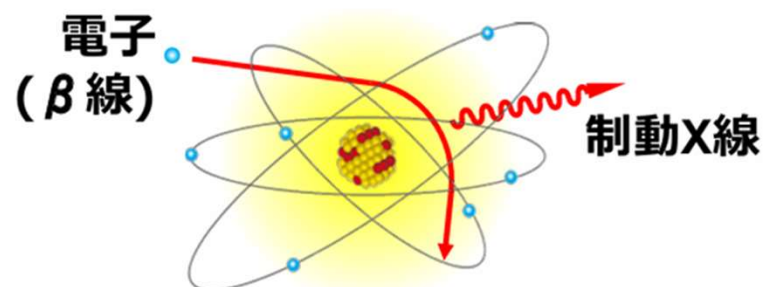
X線 (原子核の外で発生)

γ 線 (原子核から放出)

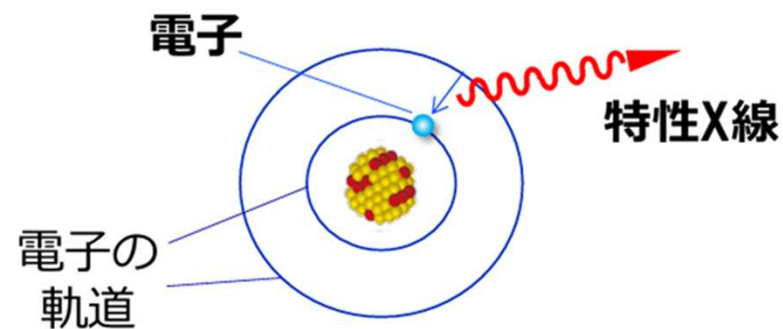
核医学

核医学

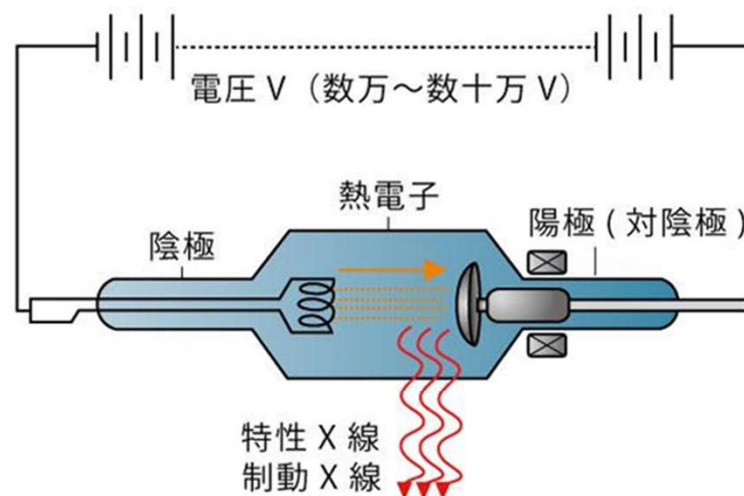
制動X線



特性X線



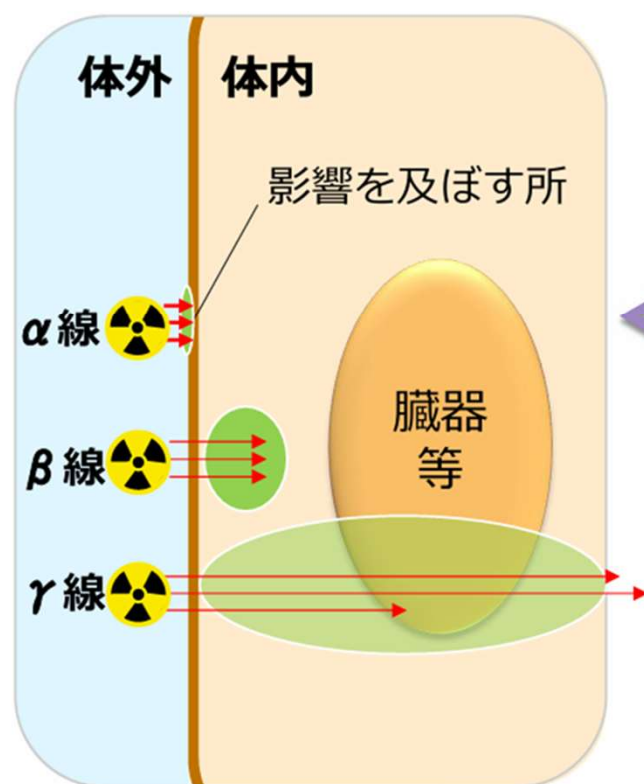
X線発生装置の構造図



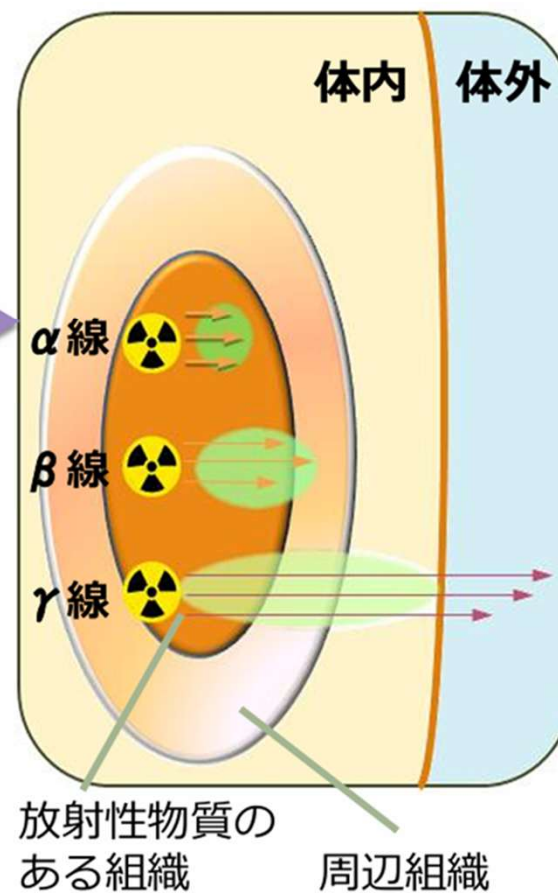
放射線

透過力と人体での影響範囲

放射性物質が体外にある場合



放射性物質が体内にある場合



放射線によるがんの診断



- 体外から放射線を照射

単純X線、血管造影、CT

- 体内から放射線を照射

核医学 (SPECT, PET)

放射線によるがんの診断

- 単純X線
- 血管造影(カテーテル)
- **CT(computed tomography)**
- 核医学(SPECT, PET)

注:MRIは放射線を用いない。

CT 形態画像

- ミリ単位で形を描く
- 組織を区別できる 造影剤の併用で血流も分かる
- がんの大きさ・形・位置
- 周囲臓器との関係
- リンパ節の腫大
- 肺や骨の詳細な構造

CTの限界

- がん細胞が生きているか(活動しているか)は分からない
- 正常大のリンパ節でもがんが潜むことがある
- 治療後の瘢痕と再発の区別が難しい

放射線によるがんの診断

- 単純X線
- 血管造影(カテーテル)
- **CT (computed tomography)**
- **核医学 (SPECT, PET)**

注：**MRI**は放射線を用いない。

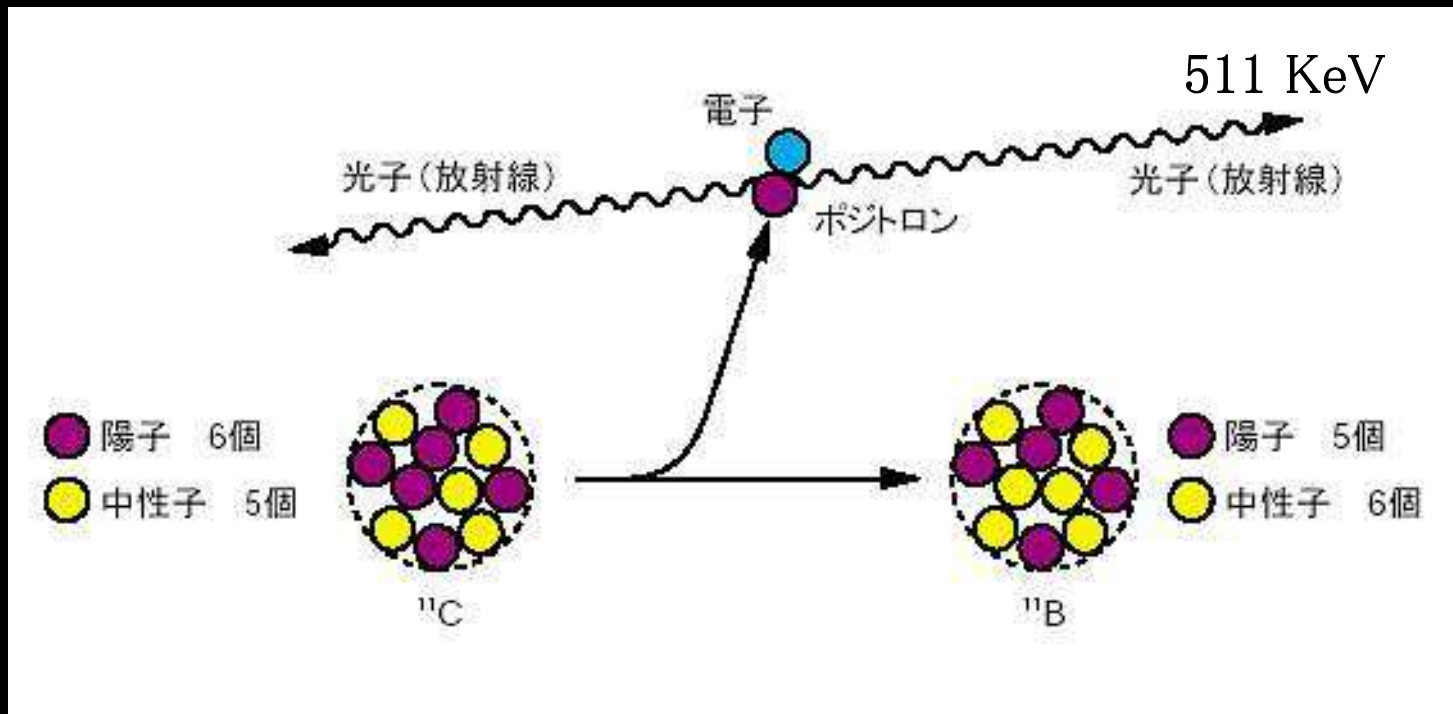
放射性薬剤によるがんの診断・治療

核医学

- 放射性薬剤＝放射性同位元素 (**radioisotope: RI**) で標識された薬剤。
- 診断：一般核医学、**SPECT**、**PET** 機能画像
- 治療：甲状腺癌(放射性ヨード)、神経内分泌腫瘍(ルタテラ)、前立腺癌(**PSMA**－プルビクト)

PET

- PET: Positron Emission Tomography - 陽電子放射断層撮影
- 陽電子 (ポジトロン) 放出核種 (不安定、サイクロトロンで作られる) で標識した薬剤を用いる



PETで用いられる放射性薬剤

ポジトロンで標識したPET製剤	剤 形	検 査 目 的
^{15}O -酸素ガス	吸入剤	脳酸素消費量の検査
^{18}F -フルオロデオキシグルコース	注射剤	心機能検査、腫瘍検査、脳機能検査
^{18}F -フルオロドーパ	注射剤	脳機能検査(ドパミン代謝)
^{11}C -メチオニン	注射剤	アミノ酸代謝検査、腫瘍検査
^{11}C -酢酸	注射剤	心筋の検査
^{11}C -メチルスピペロン	注射剤	脳機能検査(ドパミン D_2 受容体)
^{13}N -アンモニア	注射剤	心筋血流量の検査
^{15}O -水	注射剤	脳血流量の検査

「PET検査Q&A(2003年3月5刷)」より(日本核医学会、日本アイソトープ協会 発行) 一部改変

- **^{18}F -Fluorodeoxyglucose: FDGと略される**

ブドウ糖類似物を ^{18}F で標識したもの

主としてがんを対象に、現在 最も多く用いられている

がんとFDG

- がん細胞は活動性が高く、一般的に正常細胞よりも多くブドウ糖を取り込み、代謝を行っている。

がん細胞は大食い！？

FDG:ブドウ糖の類似物を
 ^{18}F で標識したもの



がん細胞は活発に増殖するため、正常細胞よりもたくさんの栄養を必要とします。

FDG PET, PET-CTの役割

- 原発病変の評価：活動性や広がりなど
- 病期判定：転移を含めた悪性病変の広がり
- 治療効果判定：化学療法や放射線療法後の評価
- 再発診断

FDG PET, PET-CTで注意すべきこと

- ・ 脳や肝臓、消化管などでも**FDG**は取り込まれる
腎臓から膀胱を経て排泄される
- ・ **FDG**の取り込みが乏しい癌、判断の難しい癌もある
 - 肺胞上皮癌、粘液性癌(膵臓、卵巣等)等
 - **胃癌(特に早期)**、肝細胞癌(高分化型)、腎臓癌、膀胱癌、前立腺癌等

FDG PET, PET-CTの限界

- ・ ミリ単位の病変はほとんど検出できない
- ・ 炎症にも集積する
- ・ 血糖値の影響を受ける
- ・ 放射性薬剤の製造・供給に制約がある(半減期が短い)

FDG PET, PET-CTの役割

- 原発病変の評価：活動性や広がりなど
- 病期判定：転移を含めた悪性病変の広がり
- 治療効果判定：化学療法や放射線療法後の評価
- 再発診断

FDG PET-CTを用いた治療効果判定

悪性腫瘍に対する治療

- ・ 手術
- ・ 放射線療法
- ・ 化学療法(抗癌剤、分子標的薬)

再発病変の評価

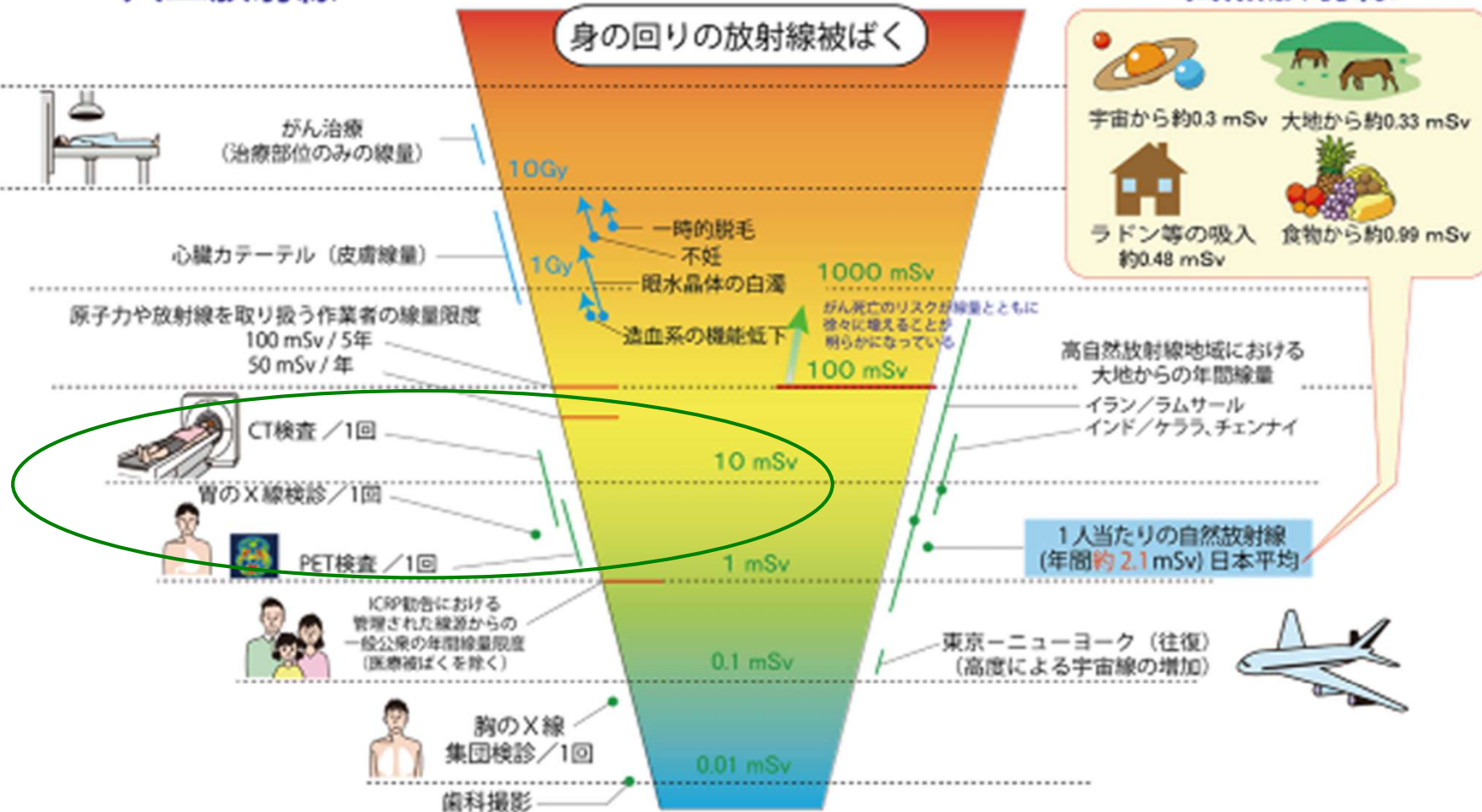
- 形態学的には判断の難しい軟部組織陰影、予期せぬ部位での病変の検出において**PET-CT**の有用性が報告されている。

身の回りの放射線

被ばく線量の比較（早見図）

人工放射線

自然放射線



出典:

- ・国連科学委員会（UNSCEAR）2008年報告書
 - ・国際放射線防護委員会（ICRP）2007年勧告
 - ・日本放射線技術学会医療被ばくガイドライン
 - ・新版 生活環境放射線（国民線量の算定）
- 等により、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構放射線医学研究所が作成（2021年5月）

mSv：ミリシーベルト

リスク がんのリスク（放射線）

放射線の線量 (ミリシーベルト)	がんの相対リスク※
1,000 ~ 2,000	1.8 【1,000mSv当たり1.5倍と推計】
500 ~ 1,000	1.4
200 ~ 500	1.19
100 ~ 200	1.08
100 未満	検出困難

出典：国立がん研究センターウェブサイト。

※放射線の発がんリスクは広島・長崎の原爆による瞬間的な被ばくを分析したデータ（固形がんのみ）であり、長期にわたる被ばくの影響を観察したものではありません。

※相対リスクとは、ある原因（ここでは被ばく）により、それを受けた個人のリスクが何倍になるかを表す値

リスク がんのリスク（生活習慣）

生活習慣因子	がんの相対リスク※ ¹
喫煙者	1.6
大量飲酒（450g以上/週）※ ²	1.6
大量飲酒（300~449g以上/週）※ ²	1.4
肥満（BMI≥30）	1.22
やせ（BMI<19）	1.29
運動不足	1.15 ~ 1.19
高塩分食品	1.11 ~ 1.15
野菜不足	1.06
受動喫煙（非喫煙女性）	1.02 ~ 1.03

出典：国立がん研究センターウェブサイトより作成

※¹ 相対リスクとは、ある原因（ここでは生活習慣）により、それを受けた個人のリスクが何倍になるかを表す値です。

※² 飲酒については、エタノール換算量を示しています。

おわりに

- CTとPET-CTはそれぞれに得意分野があり、目的に応じて使い分けられている。
- がんの診療において大きな役割を果たしている。