

chtgkato.com

医療従事者の被曝 について
Radiation exposure in Medical workers

加藤千恵次

北大病院 核医学診療科

北大 保健科学研究所

保健・医療概論、2015.6.25

**放射線 Radiation とは
エネルギー である。**

**放射線エネルギーを大量被曝すると
人体が悪影響を受ける場合があるが、**

**医療従事者が、病院内施設で
大量被曝(100mSv以上)することはない。**

放射線 (Radiation) は、2種類ある。

1. 電磁波 (X線、ガンマ線)

= 空間の振動エネルギー

2. 粒子線 (電子線、陽電子線 など)

= 高速に飛ぶ粒子 (質量をもつ)

X線、ガンマ線より人体への影響が大きい

放射能 (Radio-activity) とは、

1秒間に放出される放射線の数。

電磁波(X線、ガンマ線、光線、電波など)
は、空間の振動エネルギー。

空間 (Universe) とは何もない所ではない。
空間とは、物理的実在物(構造物)である。
空間構造の振動が、X線、ガンマ線、
可視光線、電波 などの電磁波になる。

電磁波の名称と波長

X線, ガンマ線: 10 ピコ~10 ナノ メートル
可視光線 : 400~800 ナノ メートル
マイクロ波: 100 マイクロ~1 メートル

被曝は2種類ある。

1. 外部被曝

人体の外にある放射性物質,放射線発生装置から受ける被曝。

2. 内部被曝

放射性同位元素RI を吸入または経口摂取し、体内のRIから受ける被曝。

放射性物質取扱作業室ではRIの吸入、経口摂取の危険を避けるため **飲食、喫煙は禁止。**

被曝量をあらわす単位

放射線を被曝して、人体に受ける
放射能エネルギーの強さの単位は、

シーベルト(Sv) $Sv = J/kg$

体重1kgあたりに1ジュール(J)の
エネルギーを受けける放射能の強さ。

放射線業務従事者の線量限度

男性緊急措置

250 mSv

男性実効線量限度

100 mSv／5年
(50 mSv／年)

女性

5 mSv／3月

妊娠中の腹部

2 mSv／妊娠中

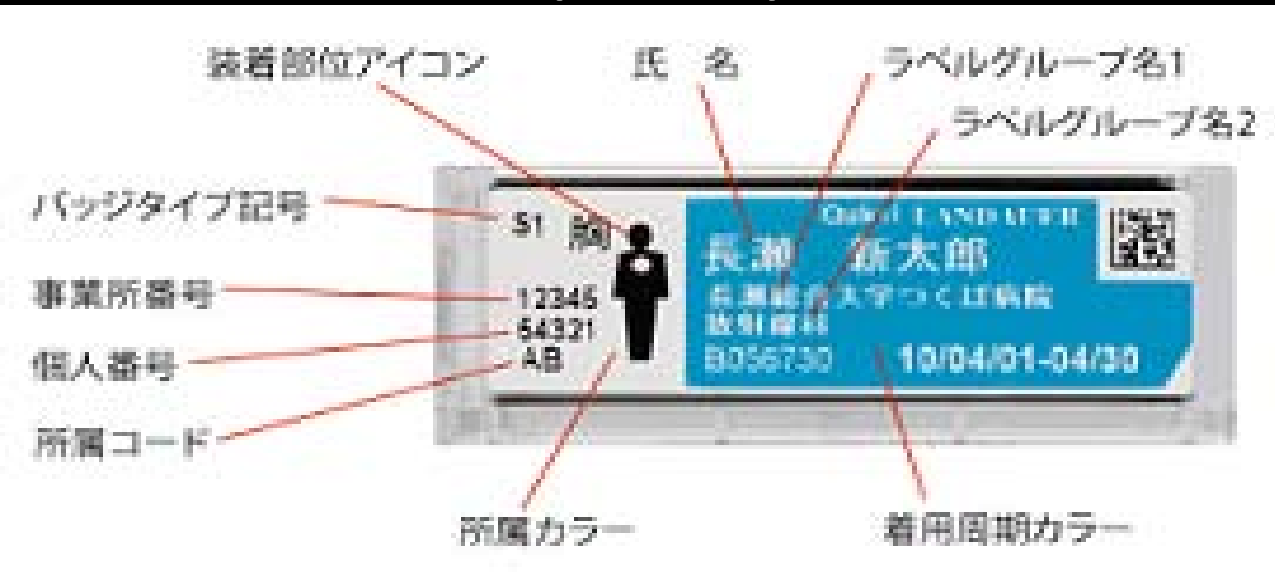
一般公衆の実効線量限度 1mSv／年

職業被曝 Occupational exposure

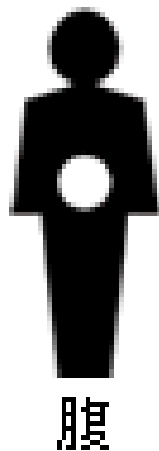
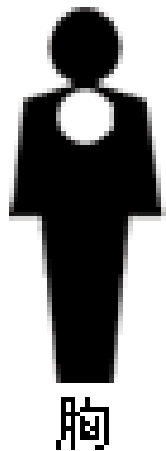
放射線業務従事者または放射線診療従事者が、業務の過程で受ける被曝。職業被曝に対する防護の責任は、事業者と作業員自身にあり、職業被曝をする人々は被曝管理、健康管理、定期的な教育・訓練を受けることなどが義務づけられている。被曝線量に対しては、法令で線量限度が決められており、放射線業務従事者はサーベイメーターなどを装着し、線量限度を超えないようにしなければならない。

クイクセルバッジ、ルクセルバッジ

X, γ , β 線が同時に測定できる光刺激ルミネッセンス線量計 (OSL: Optically Stimulated Luminescence)。



クイクセル
バッジは、
プロテクタの
内側に装着。



装着部位は、**女性**は腹部、**男性**は胸部。
(組織加重係数の大きい臓器分布の違いによる)

ポケット線量計

Pocket Dosimeter

半導体検出器 (CdTe) が使われている。

リアルタイムで線量が μSv 単位で表示される (直読式) ので、一時立入者に有効。

一時立入者には、 $100 \mu\text{Sv}$ 以上の被曝をさせないようにする。

見学者、メンテナンス業者、清掃業者など。



電子ポケット線量計

放射線被曝は、250mSv から危険。

10 mSv 以下 全く無害

100 mSv 以下 発癌増加は統計上なし。

(100 mSv 以下は確率的影響なし。)

100 mSv 胎児死亡の危険性あり

150 mSv 胎児奇形の危険性あり

250 mSv リンパ球減少、免疫低下

(250 mSv 以上は非確率的影響あり。)

(皮膚紅斑、脱毛、白内障など)

胎児の被曝障害

受精～1週目 胚死亡 100 mSv

1週～8週目 奇形 150 mSv
(1週～8週目は器官形成期)

8週～15週 精神発達遅延 200 mSv
(8週～15週は神経組織形成期)

原爆被曝者の調査では、胎児被曝による奇形や小児癌増加は確認されていない。

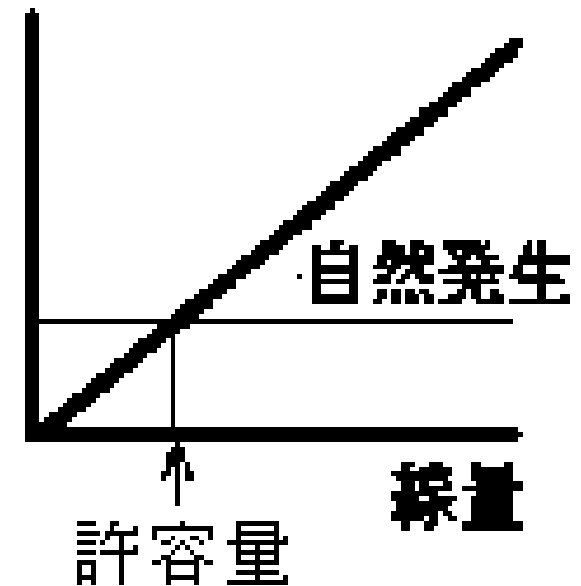
しきい値のない障害(確率的影響)

突然変異細胞がたとえ1個でも発生すれば、**発癌**や**遺伝的影響**の可能性が生じる。

被曝線量が増えると影響発現の**確率**は増加する。

確率的影響は、
低線量被曝に対しても
安全を保障できないことを
意味する。

影響発生の確率



放射性同位元素

RI :

Radio Isotope



ガンマ線、電子線(ベータ線)などの放射線を放出する元素。

核医学(RI)検査、核医学治療、癌の小線源治療に用いられる。



CT

**CT検査やX線撮影検査
前後における患者の
介助作業は被曝しない。
撮影中でないCT装置は
X線を出していない。**



ガンマカメラ

**RI検査前後における
患者の介助作業は
被曝する。患者から
ガンマ線が出ている。**

核医学(RI)検査、核医学治療 が、
CTやX線撮影などと異なる点は、
放射性薬剤 を投与してから、
検査中 および 検査終了後も、
患者さんの体から 放射能が出ている。

検査終了後も、**尿、便、汗、呼気** に
放射性同位元素 が含まれている。

^{18}F -FDG



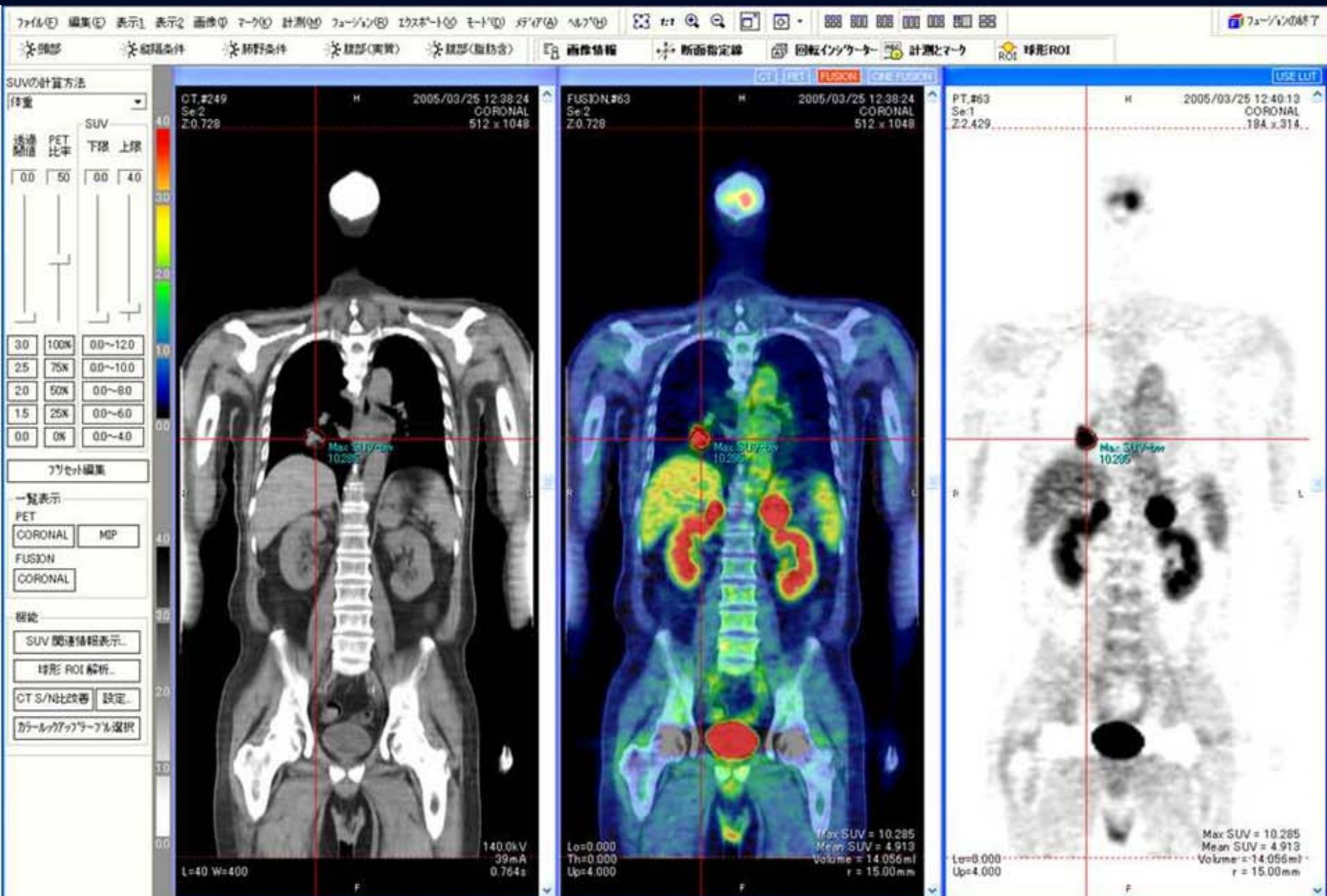
放射性薬剤 (RI) は鉛容器で遮蔽されており、注射時も鉛ガラスによる遮蔽が行われる施設が多いが、

鉛ガラス



RI投与後の患者からガンマ線が多量に放射されていることに注意。

PET/CT 検査による被曝は 7mSv 程度。



放射線検査による患者の被曝(mSv)

核医学検査

骨シンチ 6 (胎児 4)

PET / CT 7 (胎児 3)

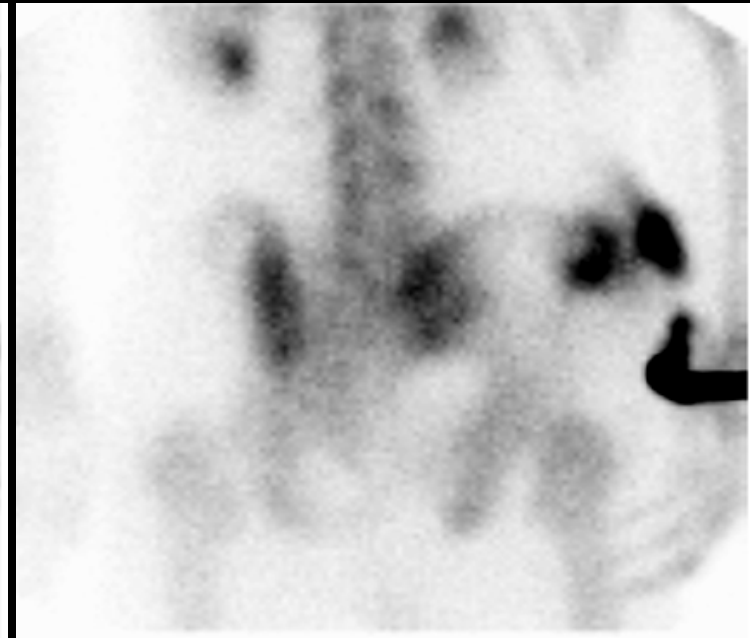
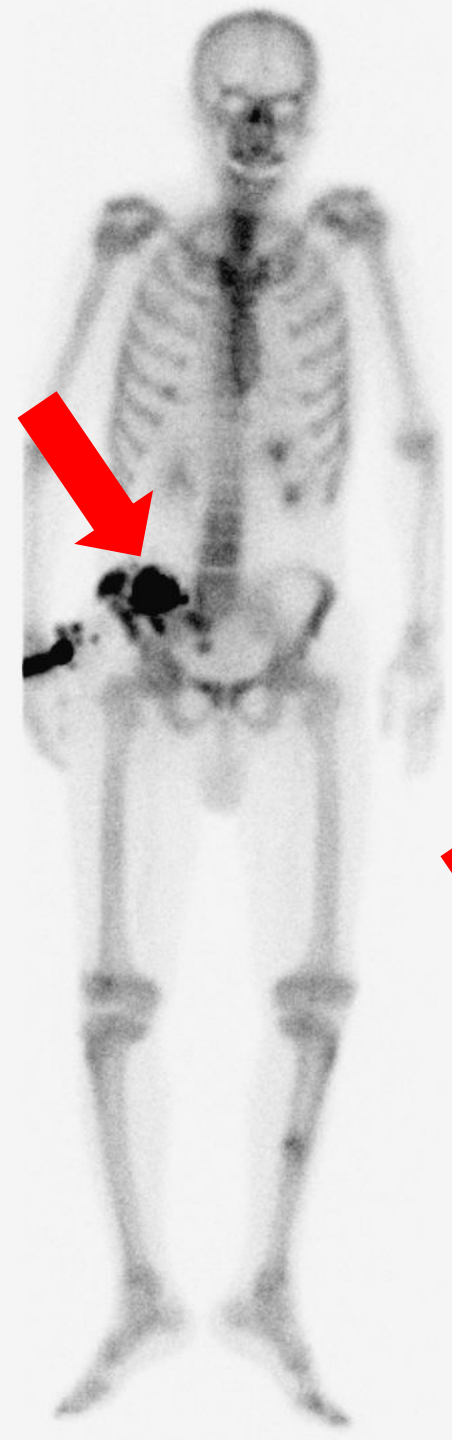
CT 7 ~ 50

血管造影 7 ~ 10 (1分で皮膚 0.5)

胃、消化管造影 3

単純X線撮影 0.1 (胸部) 0.2 (骨盤)

**膀胱摘出術後の人工膀胱。
RI検査後、尿バッグにRIを
含む尿が貯留することに注意。**



RI投与後の患者から受ける放射線被曝

骨シンチ患者から1mの距離で

1時間あたり 0.002 mSv

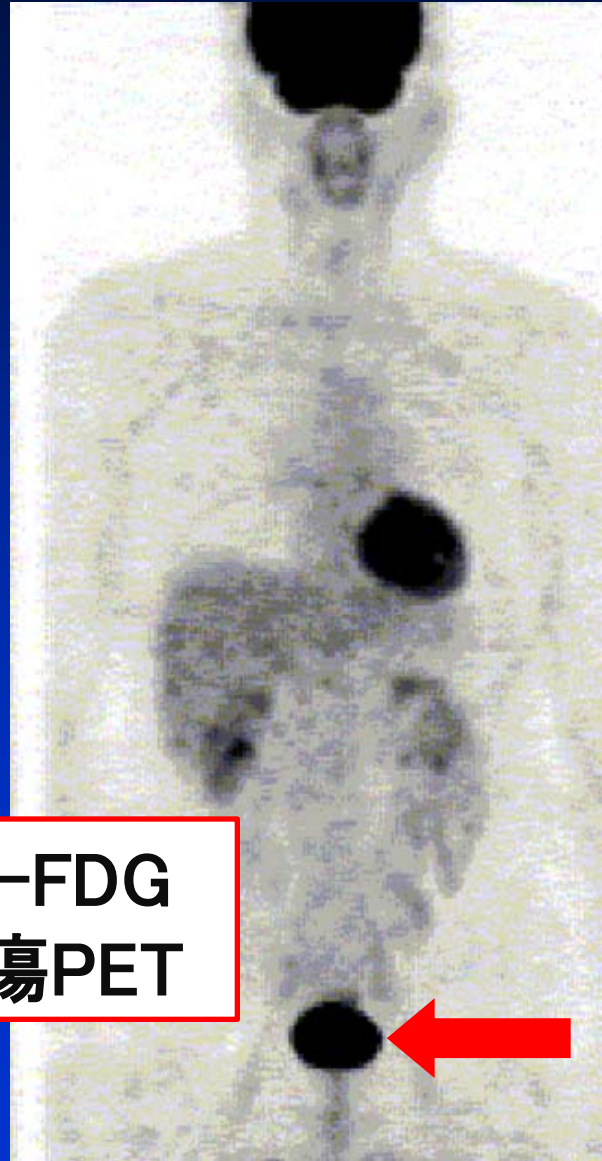
のガンマ線被曝をうけることに注意。

(法律では、1mの距離で、1時間あたり

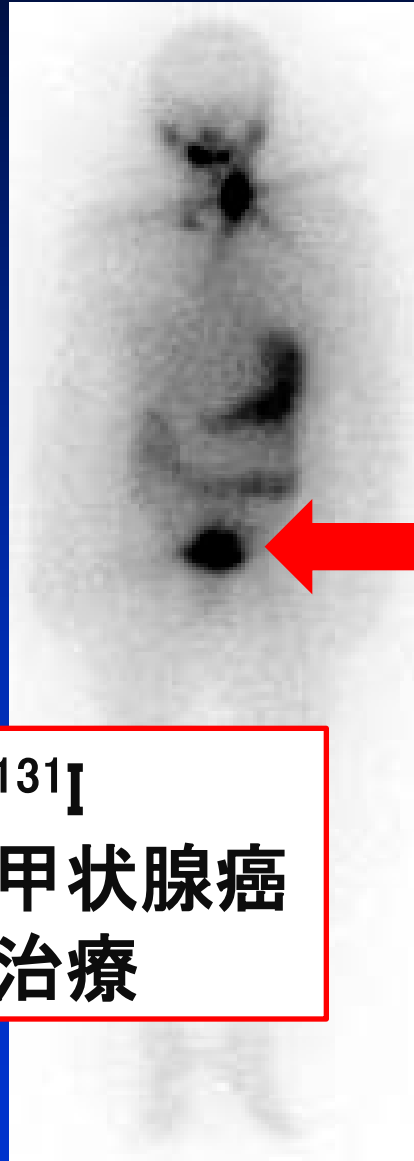
0.03 mSv (30 μ Sv)以下の被曝を

与える放射線は、放射線とは扱わない。)

放射性薬剤の多くは投与後に尿に排泄される。
オムツも放射能汚染物として扱われる。



^{18}F -FDG
腫瘍PET



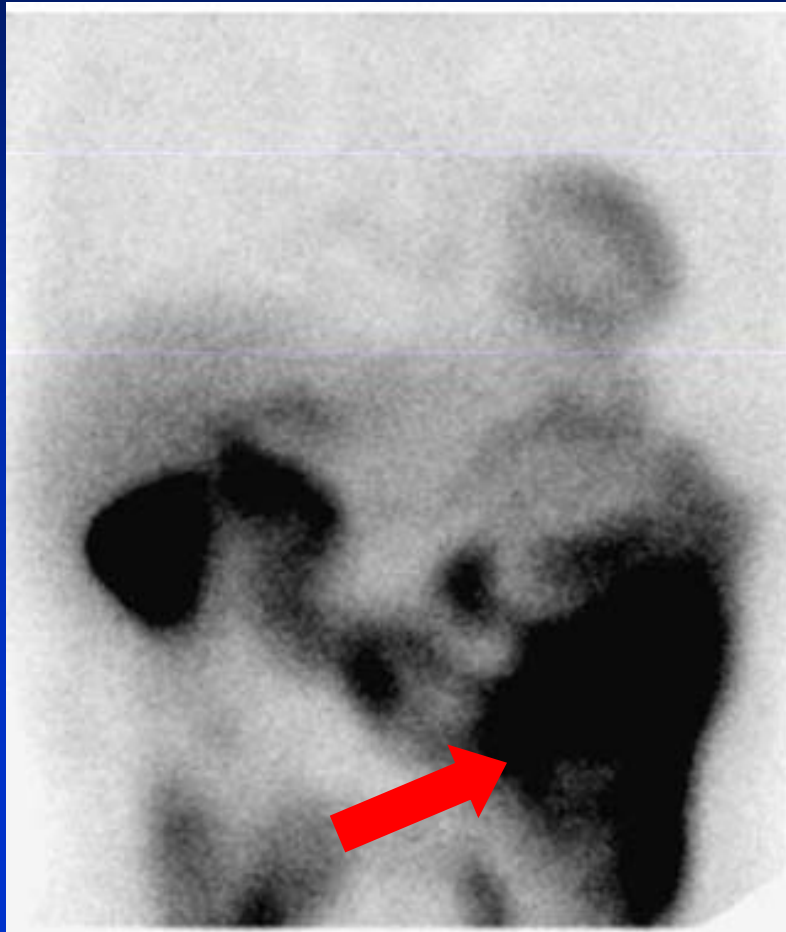
^{131}I
甲状腺癌
治療



$^{99\text{m}}\text{Tc}$
骨シンチ

放射性薬剤の多くは投与後に便に排泄される。
オムツも放射能汚染物として扱われる。

^{99m}Tc -MIBI
心筋シンチ



^{67}Ga
(ガリウム)
腫瘍シンチ



骨転移患者の疼痛緩和に対する ストロンチウム89 (^{89}Sr) の治療。

商品名：メタストロン

^{89}Sr の物理的半減期は50日。

ベータ線のみ放出。

ガンマ線を放出しないので、患者の体表面から放射能はほとんどないが、尿への排泄は多い。すぐ一般公衆へ退出できる。外来治療が可能。

^{89}Sr を200MBq 3ヶ月おきに静脈注射する。

ストロンチウムがカルシウムと類似の性質を持ち、骨に集積することを利用して、前立腺癌や乳癌などの骨転移の疼痛緩和に効果がある。

介護者の被曝は、年間0.7mSvとされているが、尿の扱いに注意が必要。



前立腺癌 骨転移
骨シンチグラフィ
体内のリン酸の分布像

骨シンチ や PET検査を受ける患者の
RI 静脈注射作業で受ける被曝量は、

検査1回あたり、約 0.001 mSv

ただし、
注射漏れ、穿刺部位からの出血処置に
手間取ると、被曝量は数倍に増加する。

特に、RI 汚染した患者血液に
直接触れないように注意する。



看護師の立場からみた PET 施設における 職業被ばく低減の取り組み

宮澤敬子, 高橋樹里, 望月芳和, 布袋田真大, 安斉 拓, 桑原健一郎, 渡邊博子, 川端由美子,
濱本恵子, 渡辺園美, 中村早美, 西間木昌美, 金山裕子, 三森はるみ, 宇野公一

医療法人社団清志会 西台クリニック画像診断センター
175-0082 東京都板橋区高島平 1-83-8

2005 年 11 月 7 日 受理



1日に 15~20名の PET検査の
RI 静脈注射作業で受ける被曝量は、

検査1回あたり、約 0.001 mSv

1日あたり、約 0.01~0.02 mSv

1週間あたり、約 0.05~0.1 mSv

1年あたり、約 3~4 mSv

放射線業務従事者の線量限度

女性

5 mSv/3月

妊娠中の腹部

2 mSv/妊娠中

RI 検査を受けた患者の尿、便、吐物などを処分する作業に注意する。

ポリエチレン手袋をして、皮膚にRIが付着しないようにする。

患者から出るガンマ線を被曝するだけであれば、被曝量は非常に微量。

皮膚にRIが付着すると、被曝量が増える。
内部被曝 (RIを体内に吸収する) の危険がある。
ベータ線 (電子線) 被曝の危険あり。

骨シンチ検査を受けた患者の
尿から受ける被曝量は、

尿パックから30cm離れた場所で
1分間 約 0.001 mSv

骨シンチ検査を受けた患者から受ける
被曝量は、1m離れた場所で

1分間 約 0.0003 mSv
(1日中 1mの距離にいと 0.04 mSv)

RI の放射能 は 時間が経つと減衰する。

検査用の RI の半減期は短い。

^{18}F (PET検査) 110分 ガンマ線

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ (骨シンチ等) 6時間 ガンマ線

治療用の RI の半減期は長い。

^{131}I (甲状腺癌など) 8日 ベータ線

^{89}Sr (骨転移) 50日 ベータ線

医療従事者が、
放射線恐怖症（ Radiophobia ）に
ならないように、放射線や放射線
検査について正しい知識を
持つことが重要です。