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 保健科学研究院

保健・医療概論、2020. 7. 16

chtgkato.com

Total 0122500

Today 0025 Yesterday 0082

chtgkato.com

北大医学部 加藤千恵次 北大病院 核医学診療科 医理工学院紹介

大学院医学研究科 断層画像再構成の原理

医学科 核医学 PETによる病態の定量化 コンパートメントモデル解析

保健学科

保健学科2年 保健医療概論 医療従事者の被曝について 原発事故が人体に与える影響

保健学科2年 生体計測学概論

放射線技術科学専攻

核医学総論 核医学検査技術学 第1種放射線取扱 試験 受験対策アプリ

核医学検査技術学実習

放射化学基礎 放射化学実習

放射線関係法規

検査技術科学専攻

医療情報科学

医用工学 第1種ME講習2017 第1種ME講習2016 第1種ME講習2015

医用工学実習

核医学総論

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（単位はベクレル）。

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。

被曝量（線量）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
（線量 Dose の単位）

1Svは、体重1kg あたりに1ジュール（J）
のエネルギーを受ける放射能の強さ。

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

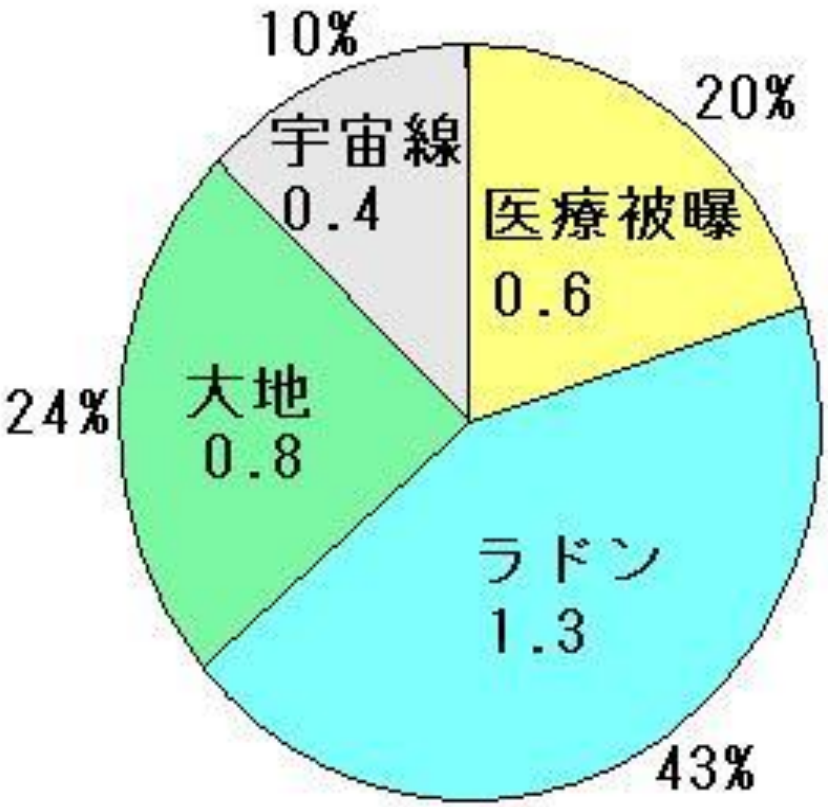
放射性同位元素RI を吸入または経口摂取し、体内のRIから受ける被曝。

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。（RI検査室にペットボトル飲料は持込み禁止）

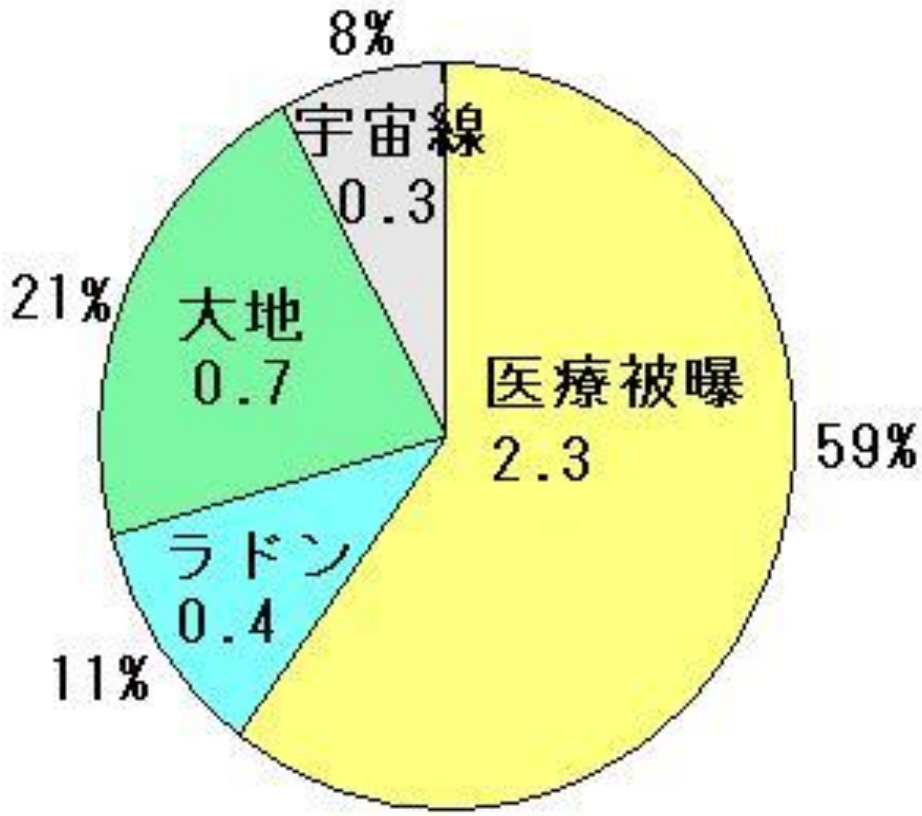
我々は常に、毎年3～4mSv（0.003～0.004　Sv）の被曝を受けている

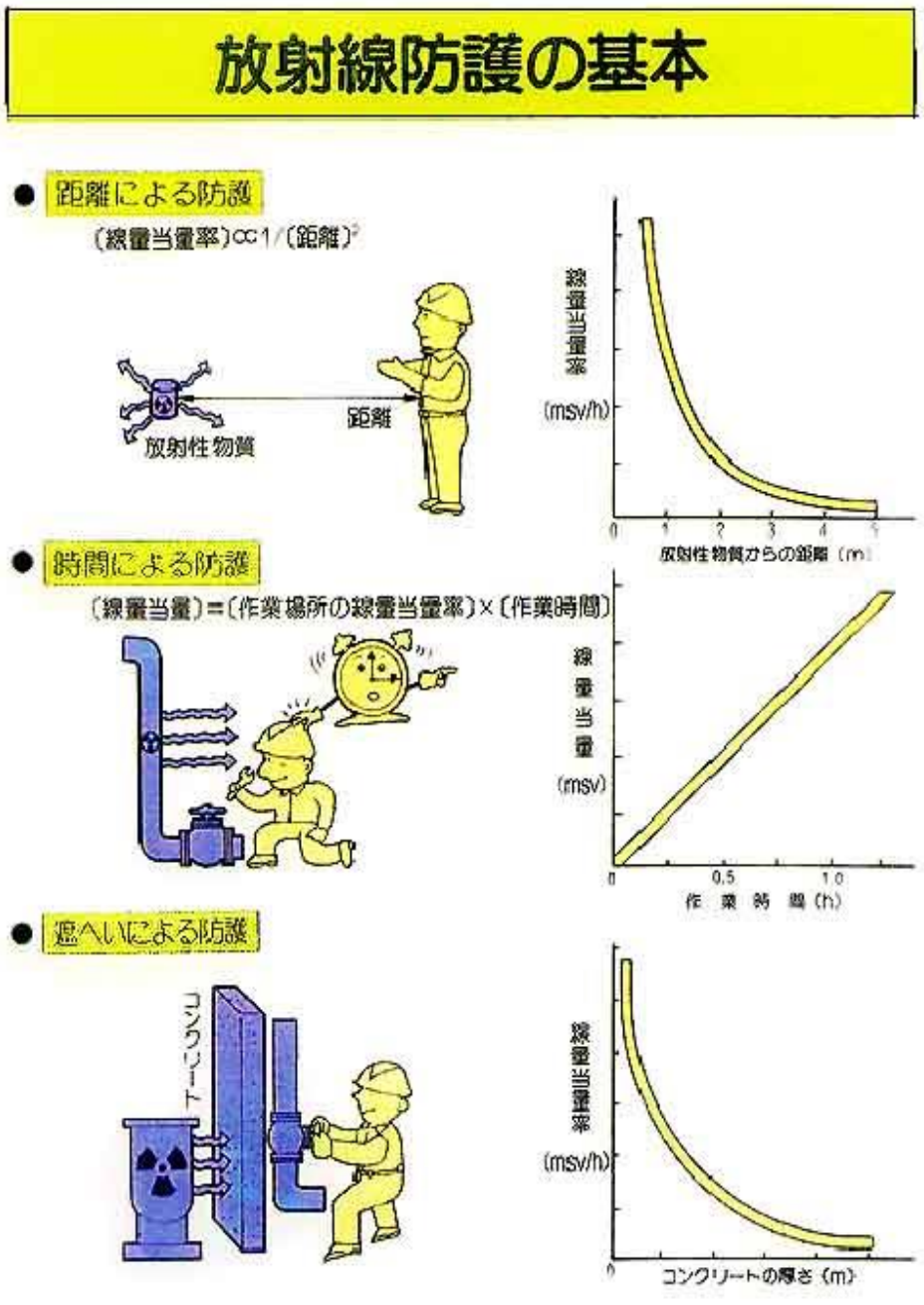
環境放射線

世界平均 3.0mSv



日本 3.8mSv





外部被曝を減らすための3原則

距離:

放射線源に近づかない

時間:

放射線源に近づく時間を減らす

遮蔽:

放射線源との間に遮蔽物を置く

対象による被曝の区分

放射線防護の観点から、被曝は3種類ある。

1．職業被曝　Occupational exposure
　実習や仕事上での被曝

2．公衆被曝　Public exposure
　一般公衆の実効線量限度は、1mSv／年。

3．医療被曝　Medical exposure
　病気診断や治療のための意図的な被曝。
　線量限度はない。患者介護者の被曝や
　研究目的のボランティア被曝も医療被曝。

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、事業者と作業者自身にあり、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。

フィルムバッジ

ポケット線量計

個人用報告書 個人用報告書 個人用報告書

ご使用者名		加藤　千恵次 殿		加藤　千恵次 殿		加藤　千恵次 殿	
個人コード		58724656		58724656		58724656	
集計開始年月日		自05年02月01日		自05年01月01日		自04年04月01日	
集計終了年月日		至05年02月28日		至05年02月28日		至05年02月28日	
算定日		05年03月15日		05年03月15日		05年03月15日	
項目		使用期間 (mSv)	×件数	四半期計 (mSv)	×件数	年度計 (mSv)	×件数
実効線量		0.1		0.2	00	1.8	00
等価線量	水晶体	0.1		0.2	00	1.8	00
	皮ふ	0.1		0.2	00	1.8	00
	腹部表面						
測定方法		放射線測定器使用		放射線測定器使用		放射線測定器使用	
胸	モニタ名	ガラスバッジ	FS型	ガラスバッジ	FS型	ガラスバッジ	FS型
	H1cm	0.1		0.2	00	1.8	00
	H70μm	0.1		0.2	00	1.8	00
	モニタ名						
	H1cm						
	H70μm						
	モニタ名						
	H1cm						
	H70μm						
	モニタ名						
	H1cm						
	H70μm						
過去5年間の実効線量積算	2001年	1.40	4×	1.40	4×	1.40	4×
	2002年	2.80	0×	2.80	0×	2.80	0×
	2003年	2.50	0×	2.50	0×	2.50	0×
	2004年	1.80	0×	1.80	0×	1.80	0×
	2005年		×		×		×
	累積値	8.50	4×	8.50	4×	8.50	4×

毎月、毎年の
積算被ばく量（mSv）を確認

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

放射線被曝は、250mSv から危険。

10 mSv 以下　　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）

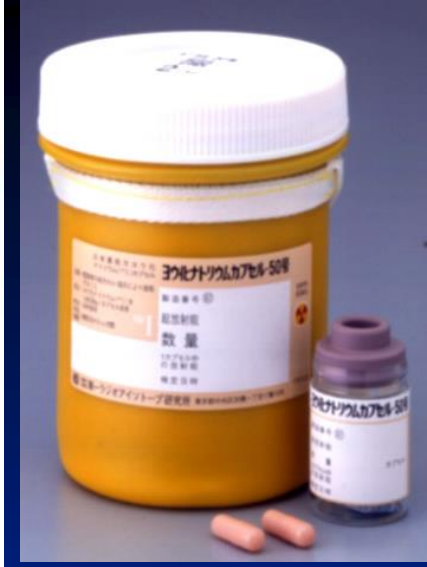
8週～15週　精神発達遅延　200 mSv
（8週～15週は神経組織形成期 ）

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。

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、小線源治療に用いられる。

ガンマカメラ

体内のガンマ線放出薬剤の分布（シンチグラム）を撮像する装置

骨シンチグラフィ

Bone scintigraphy

リン酸にガンマ線放出RIを
標識した薬剤の分布図。
骨転移に強く分布。

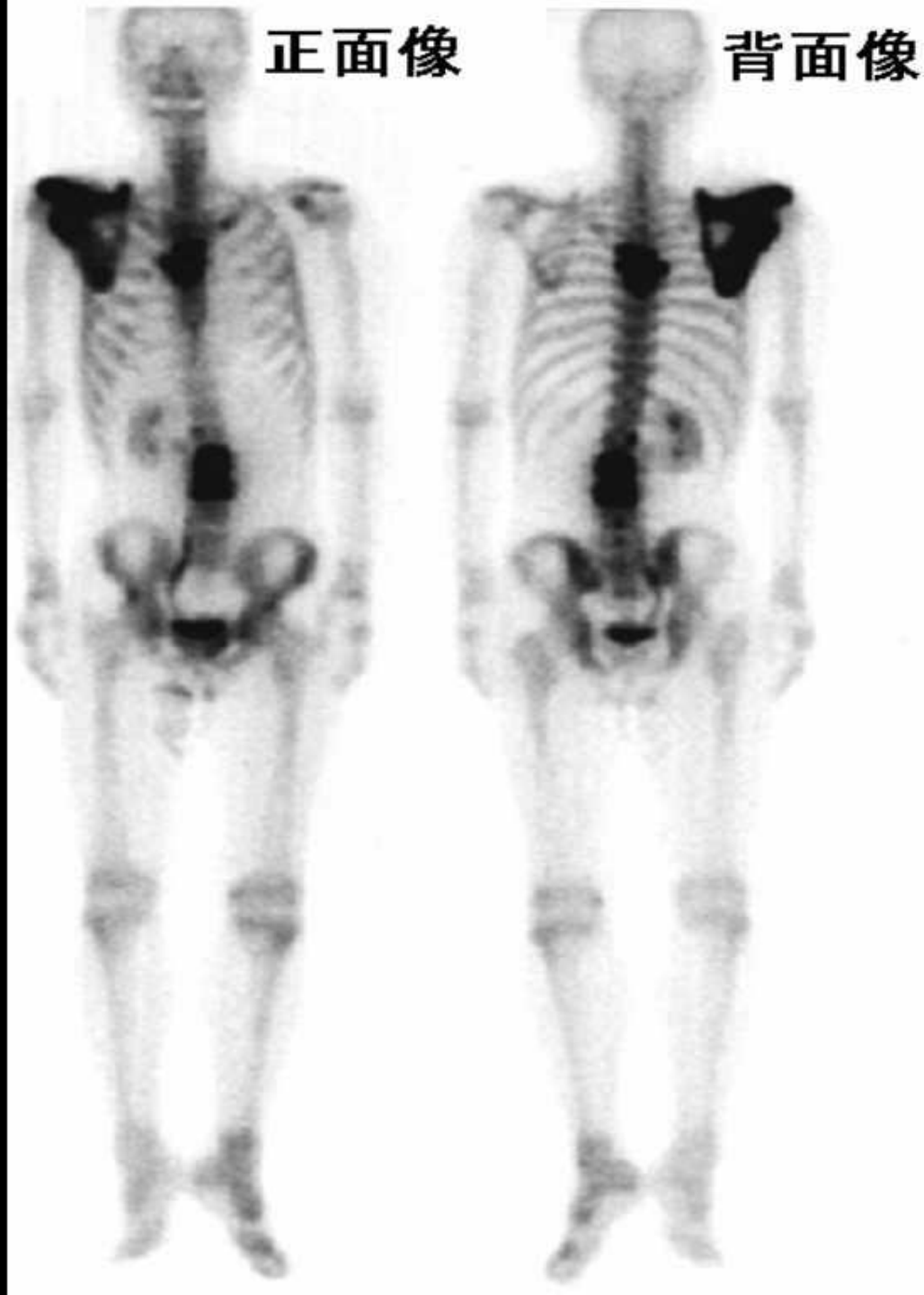
肺癌の骨転移症例。

右肩甲骨、胸椎、腰椎

Bone metastases

尿中への排泄が多いので

尿路、膀胱が描画されている。



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。

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。

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。

CT検査やX線撮影検査で、どうしても
我々が患者の介助を撮影中に
行わなければならない場合もある。

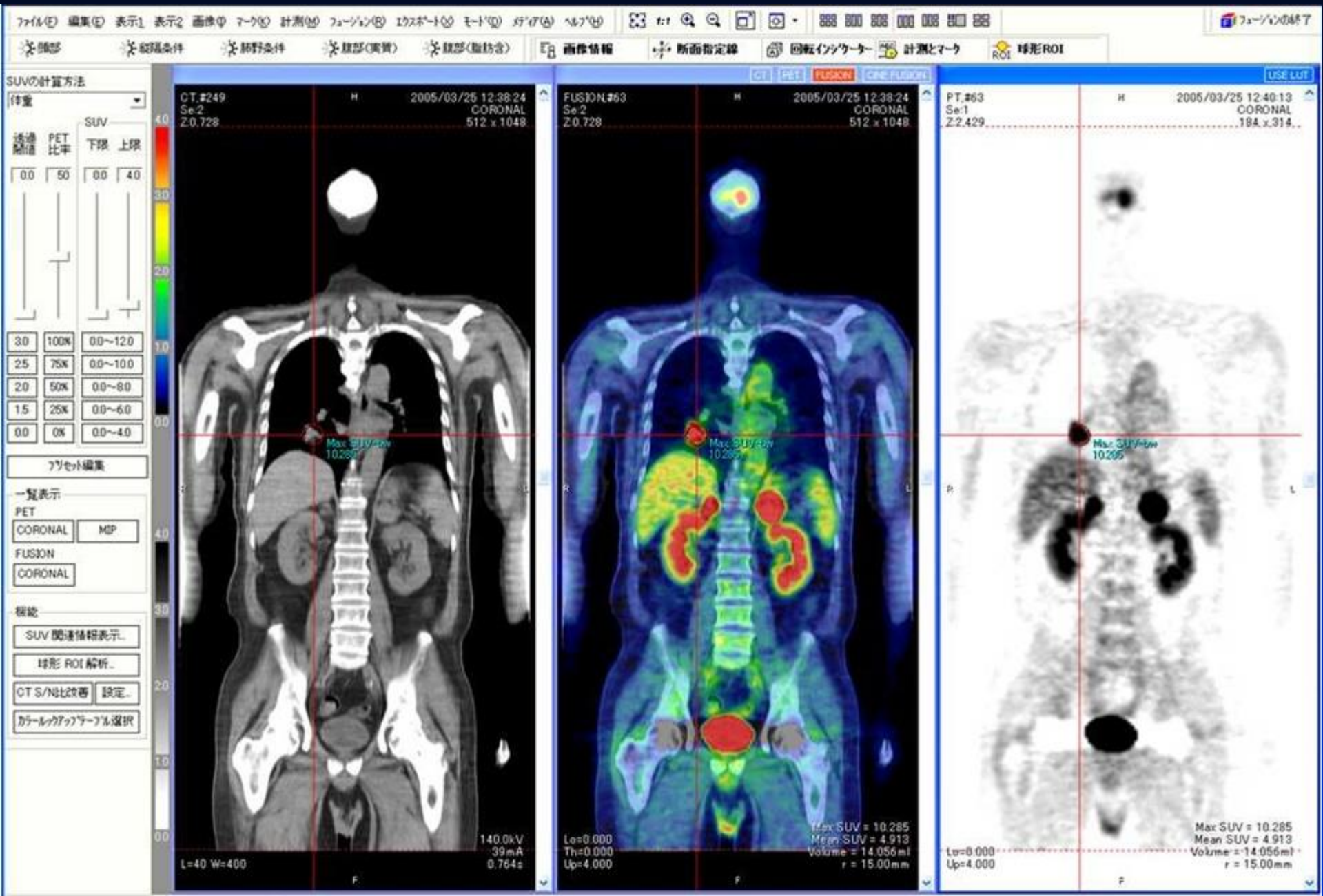
その場合は我々の被曝（職業被曝）を
抑制するために、0.5mm厚の鉛を入れた
エプロンを装着する。

CTなどののX線は、鉛1mmで半減する。
PET検査のγ線は、鉛4mmで半減する。

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、

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。



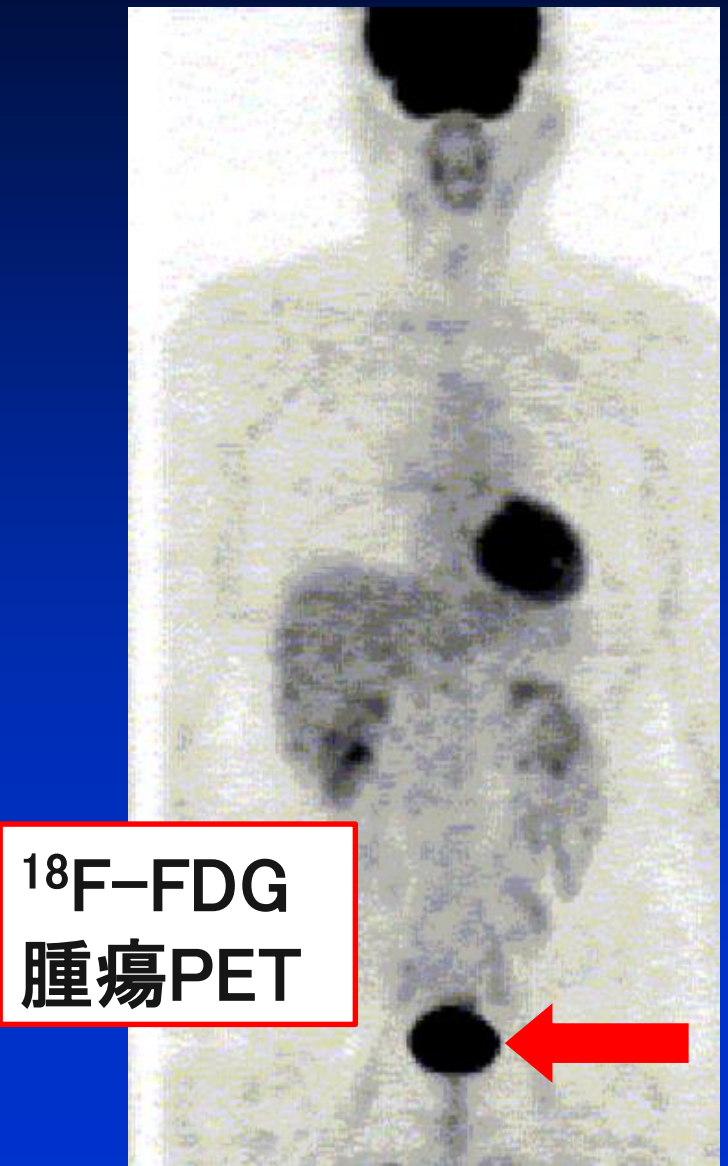
骨シンチ や PET検査を受ける患者の
RI 静脈注射作業で受ける被曝量は、

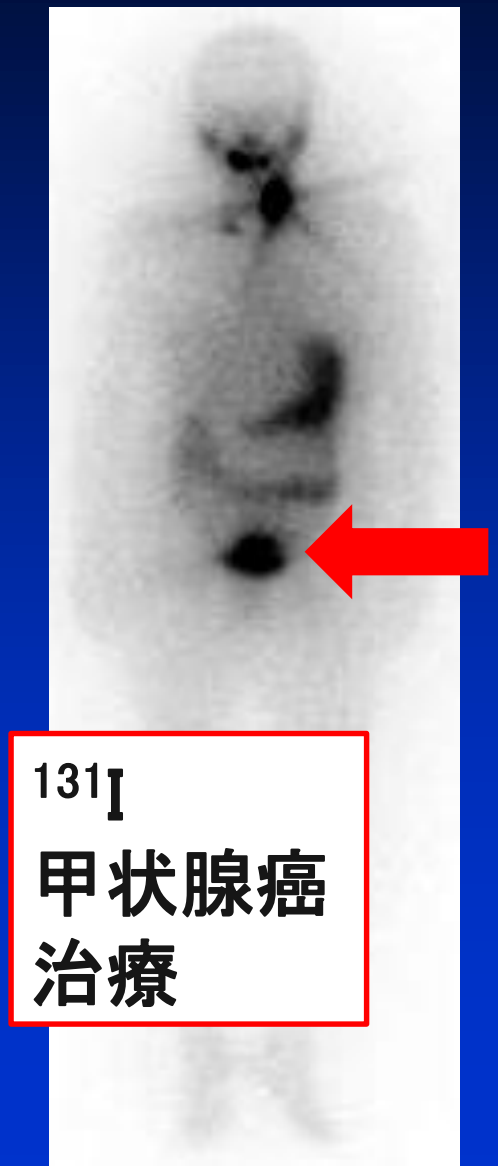
検査1回あたり、約 0. 001 mSv

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。

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。





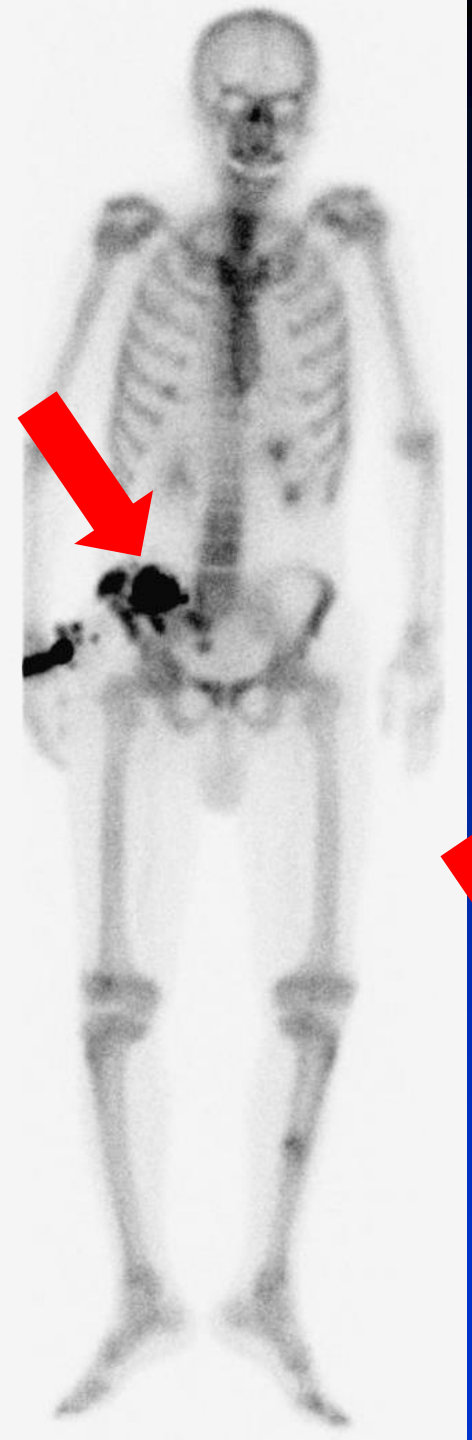
^{18}F-FDG 投与後の患者待合室

^{18}F-FDG を投与後、撮像まで

１時間の待機をしてもらう部屋。

トイレも貯留槽につながった特別な

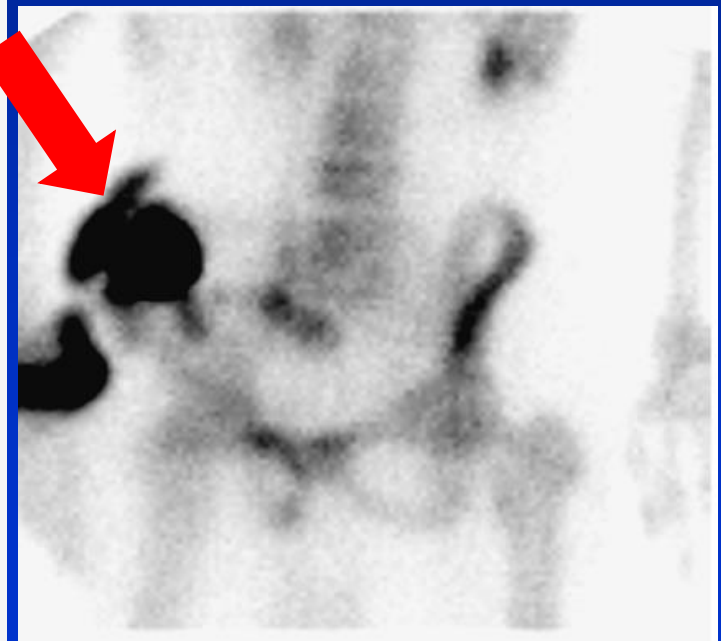
トイレを使用してもらう。

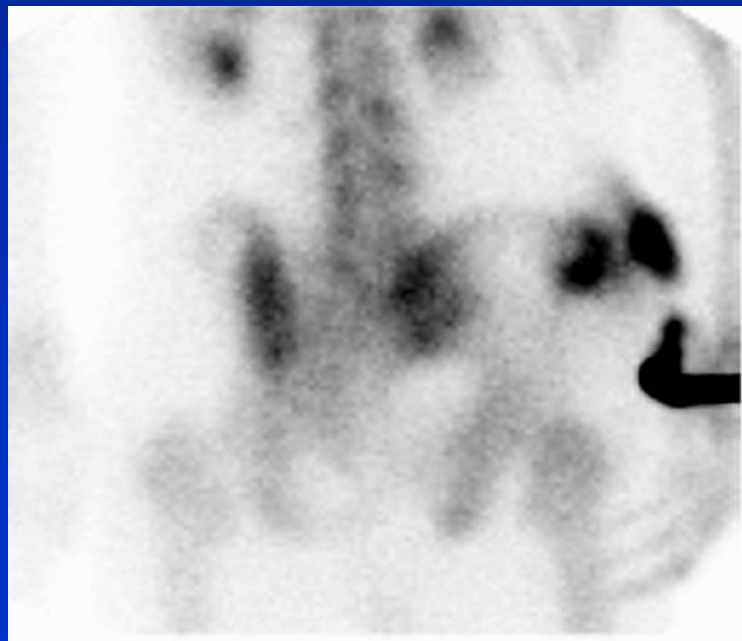


膀胱摘出術後の人工膀胱。

RI検査後、尿バッグにRIを

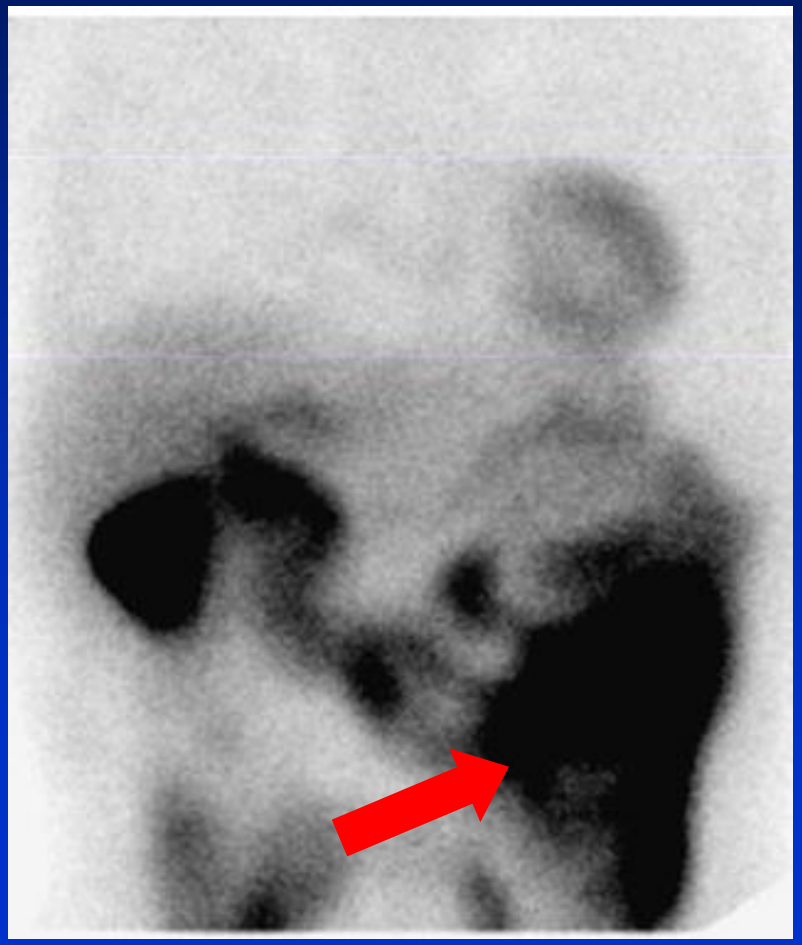
含む尿が貯留することに注意。





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

前立腺癌骨転移患者の疼痛緩和に対する

ラジウム223（^{223}Ra）の投与治療。

商品名 ： ゾーフィゴ （2016年に承認）

^{223}Ra の物理的半減期は 11日。

アルファ線を放出し骨転移組織を消滅。

アルファ線は組織内では 0.1mmしか飛ばない。

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。

すぐ一般公衆へ退出できる。外来治療が可能。

^{223}Ra を4週間おきに静脈注射（最大6回まで）。

1回（約3～6MBq） で 68万円。

ラジ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、前立腺癌の骨転移の疼痛緩和に効果がある。

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

ノート

RADIOISOTOPES, **55**, 253-258 (2006)

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，渡邉博子，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

２６年　放射 国家試験　類似問題

^{18}F-FDGを静脈注射する看護師の被ばく量を算出する方法

^{18}Fの実効線量率定数（0.14 μSv・m^2/MBq/h）を用いる。

例えば、200MBqの^{18}F-FDGの静脈注射を、毎回3分間、１日20回（= １日1時間）、患者との距離を1mとして、3ヶ月で70日勤務した看護師の、3ヶ月間被ばく量を算出せよ。

3ヶ月間の被曝時間は　1時間 x 70 = 70 (h)
3ヶ月間の被曝線量は

0.14（ μSv・m・m／MBq／h ）
x 200（ MBq ）x 70（ h ）／ 1（ m ）／ 1（ m ）
= 1960（μSv）= 1.96 (mSv)

女性の職業被曝の線量限度
5 mSv/3月を超えていないと算出された。

被曝線量は、時間と比例する。
線源の放射能と比例する。
線源の実効線量率定数と比例する。
線源との距離の2乗と反比例する。

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。

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

^{99m}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

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）

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。