

【確定的影響】 (しきい値がある)

急性障害
数週間以内に症状が出る
(分画が盛んな細胞が障害を受ける)

急性放射線症候群

皮膚紅斑
脱毛
不妊
等

骨髄障害
胃腸管障害
中枢神経障害

胎児発生障害

胚/胎児の障害
精神遅滞
等

晩発障害
数か月～数年以上の経過後に
症状が出る

白内障
緑内障

【確率的影響】 (しきい値がないと仮定)

遺伝的障害
通常の遺伝性疾患の発生頻度
の増加

環境省ホームページ：放射線による健康
影響等に関する統一的な基礎資料「影響
の種類」より抜粋引用

【成人及び小児の赤色骨髄分布図】ICRP.Publ 70

細胞レベルで見た放射線感受性の詳細

- 1-細胞分裂が盛んな程感受性が高い
- 2-組織の再生能力の大きい程感受性が高い
- 3-形態的機能的に未分化な程感受性が高い

小児の検査は必要最小限に
照射野を絞り、専用の条件
で撮影することが重要

確定的影響：しきい値が存在する。被ばく線量がしきい値を超えると、線量が増大するにつれ発生確率が増加し、症状の重篤度も高くなる。

確率的影響：しきい値が存在しないと仮定される。被ばく線量が増加するにつれ発生確率が増加する。その症状の重篤度は被ばく線量に関係なく同じである。

遺伝的影響：生殖細胞に起こった突然変異が関係して発症する影響のことで、被ばくした人の子孫に現れる影響のことを言う。

【各臓器・組織の確定的影響のしきい線量】

組織・臓器	影響	被ばく線量(Gy)
生殖線 (男性)	一時不妊	約 0.1
	永久不妊	約 6
(女性)	永久不妊	約 3
水晶体	白内障	約 5
	水晶体混濁	約 0.5
骨髄	造血能低下	約 0.5
胎児	流産(受精～15日)	約 0.1
	形態異常(受精後2-8週)	約 0.1
	精神発達遅延(受精後8-15週)	約 0.1

【確定的影響のしきい線量】

表記されている被ばく線量に達すると影響の発生する線量値です。

【実効線量限度および等価線量限度】

線量区分	職業被ばく	公衆
実効線量限度	全身 (H1cm) 100mSv/5年 かつ50mSv/年	1mSv/年
等価線量限度	女性(妊娠可能者) 5mSv/3ヶ月	
	皮膚 (H70μm) 500mSv/年	50mSv/年
	眼の水晶体 (H3mm) 100mSv/5年 かつ50mSv/年	15mSv/年
	妊娠中の女性 腹部 (H1cm) 2mSv	

【組織・臓器の放射線感受性の高い順番】

- 1-リンパ組織
- 2-骨髄
- 3-生殖腺
- 4-腸管上皮
- 5-口腔粘膜・皮膚上皮
- 6-毛細血管
- 7-水晶体
- 8-腎臓・肝臓
- 9-肺
- 10-副腎・甲状腺
- 11-筋肉・心臓
- 12-軟骨
- 13-神経

【NDD法 (表面線量簡易換算式)】

$$D(mGy)=NDD \cdot M(f) \times mAs \times (1/FSD)^2$$

NDD・M(f): 管電圧と総ろ過による係数(換算表)

mAs: 管電流(mA) × 時間(sec)

FSD: X線管焦点-皮膚間距離(m)

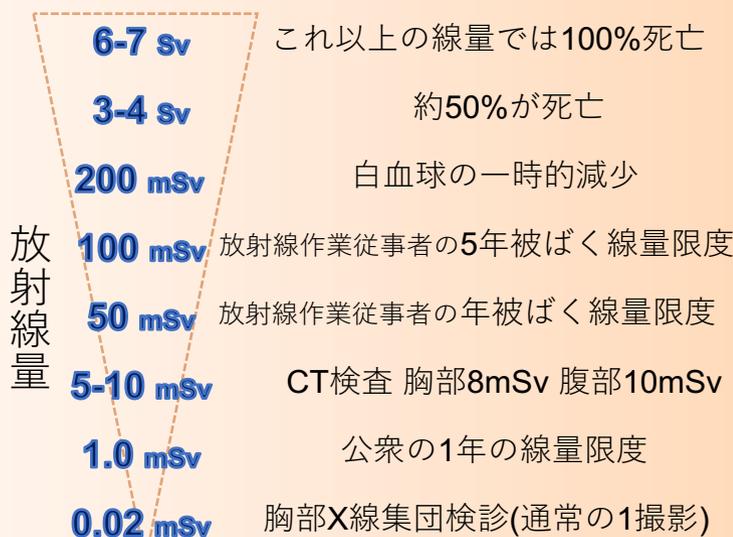
条件: ろ過フィルターの適正な選択(再検討を含む)

日頃からの定期的なX線装置の保守管理を行い

管電圧・管電流が正しく調整されている事が前提

※茨城県放射線技師会のホームページ上でNDD法の計算ソフトが取得できます。

【線量限度と障害の関係】



部位別被ばく線量 単位 mGy

部位・方向	入射皮膚面	男性／女性 生殖腺・他
頭部 正面	3	2.9 (水晶体)
頭部 側面	2	1.2 (水晶体)
頸椎 正・側面	0.9	0.8 (甲状腺)
胸部 正面	0.3	0.04 (女性乳房)
胸部正面小児	0.2	≒0(生殖腺)
乳房	10	2(平均乳腺線量) ≒0(生殖腺)
腹部 正面	3	0.23 / 0.8 (生殖腺)
腹部正面小児	0.7	0.05 / 0.2 (生殖腺)
腰椎 2方向	20(正5/側15)	≒0 / 0.5 (生殖腺)
骨盤 正面	3	0.54 / 0.83 (生殖腺)
股関節プロテクト有	4	0.09 / 0.03 (生殖腺)
骨盤計測	9	≒0 / 1.5 (生殖腺)
膝 関節	0.5	≒0(生殖腺)
肩 関節	0.5	≒0(生殖腺)
手・指	0.1	≒0(生殖腺)
PCI (胸部)	1300 透視600・撮影700	≒0(生殖腺)

表中の入射皮膚面における線量(左欄)は、代表値として(社)日本放射線技師会 医療被ばくガイドライン低減目標値を用いた。右欄については解説シートを参照。CTの線量は入射皮膚面を考慮したCTDIw。血管撮影、消化管等透視・撮影を行う検査は、透視時間、撮影枚数によって数値が大きく異なる事に注意する事。

LNT仮説 (Linear Non-Threshold) しきい値なし直線仮説
放射線防護の立場から、低線量放射線の影響について不明である場合、直線的な関係が成り立ち、影響があると考えておいた方が安全側だという考え方。

単位 mGy

	部位	入射皮膚面	男性／女性生殖腺
CT	頭部	50	0.002 / 0.003
CT	胸部	13~25	0.105 / 0.053
CT	上腹部	23~40	0.103 / 0.614
CT	骨盤	20~35	0.036 / 15.14
上部消化管直接		100	0.04 / 0.4
15~20mGy / 分 透視時間 5分 0.5~3mGy / 枚 撮影枚数10~15枚 のとき			
下部消化管直接		200	40 / 25
15~20mGy / 分 透視時間 7分 0.5~3mGy / 枚 撮影枚数16~20枚 のとき			
UCG VCG		120	60 / 60
IVR (腹部)		800 透視300・撮影500	8.32 / 0.58

レベル	線量	特別な説明は不要
レベル0	1Gy以下	特別な説明は不要
レベル1	1Gy以上2Gyを越えず	「脱毛あるいは色素沈着が起こるかもしれない」
レベル2	2Gy以上5Gyを越えず	「脱毛、発赤、色素沈着が起こるかもしれない」
レベル3	5Gy以上	「脱毛、発赤、色素沈着、びらん、潰瘍形成(10Gy以上)」

皮膚反応	しきい線量(Gy)	発症までの時間
早期一過性紅班	2	2~24時間
一過性脱毛	3	3週以内
主紅班反応	6	1.5週以内
永久脱毛	7	3週以内
乾性落屑	14	4週以内
湿性落屑	18	4週以内
虚血性皮膚壊死	18	10週以上
二次性潰瘍	24	6週以上

リスク がんのリスク (放射線)

環境省ホームページ：放射線による健康影響等に関する統一した基礎資料「がんのリスク(放射線)」より抜粋引用

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より作成

※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、長期的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です。

リスク がんのリスク (生活習慣)

環境省ホームページ：放射線による健康影響等に関する統一した基礎資料「がんのリスク(生活習慣)」より抜粋引用

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。

核医学検査製剤の塩化タリウム201 (TI) 74MBqが皮下に漏れた事による皮膚線量は
0.10 Gy から1.4 Gyであり、状況によっては
確定的影響を生ずる事がある。

■ 確定的影響と確率的影響

放射線の人体への影響は、「確定的影響」と「確率的影響」の2つに分けることができます。

このうち、確定的影響には主に高線量被ばく時に見られる障害で、脱毛を含む皮膚の障害や、骨髄障害あるいは白内障などが含まれ、それ以下では障害が起こらない線量、すなわちしきい値のあることが知られています。ICRPの2007年勧告以後には「組織反応」と言葉に置き換わってきています。

一方、発がんを中心とする確率的影響については、1個の細胞に生じたDNAの傷が原因となって、がんが起こりうるという非常に単純化された考えに基づいて、影響の発生確率は被ばく線量に比例するとされています。

しかし、実際には広島・長崎の原爆被爆者を対象とした膨大なデータをもってしても、100ミリシーベルト程度よりも低い線量では発がんリスクの有意な上昇は認められていません。これよりも低い線量域では、発がんリスクを疫学的に示すことができないということです。

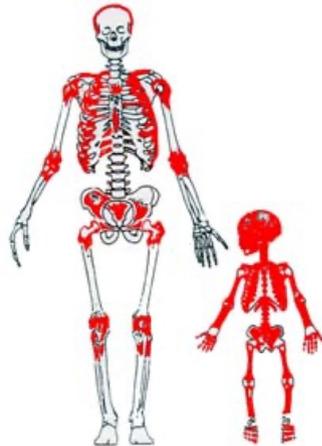
* 日本医事新報社「放射線防護マニュアル」草間 朋子著

* ICRP 2007年勧告 ICRP Publ.103

■ 成人および小児の赤色骨髄分布

小児への撮影は赤色骨髄の分布を考慮して必要最小限の範囲と条件で行いましょう。

* 赤色骨髄 : ICRP Publ.70



■ NDD法（表面線量簡易換算式）

$$D(\text{mGy}) = \text{NDD} \cdot M(f) \times \text{mAs} \times (1/\text{FSD})^2$$

NDD・M(f): 管電圧と総ろ過による係数(換算表)

mAs: 管電流(mA)×時間(sec) FSD: X線管焦点-皮膚間距離(m)

条件: ろ過フィルターの適正な選択(必要に応じて見直し)と

日頃からの定期的なX線装置の保守管理を行い管電圧・管電流が正しく調整されている事が前提

茨城県放射線技師会のホームページ上でNDD法の計算ソフトが取得できます。

吸収線量 Gy : 1 J / Kg (1Gy = 100 rad)

放射線によって物質や人体に吸収されるエネルギー量
Gy : 1Gyは放射線の照射によって物質1kgあたり1Jのエネルギー吸収に等しい。

Sv : 人体が放射線を被ばくし影響を受ける度合いを表す単位。

Bq : 放射能の量の単位。1秒間に1個の原子が壊変する時1Bq。

ガイド裏面“部位別被ばく線量”における生殖腺、その他臓器の数値は日本放射線公衆安全学会「部位別被ばく線量一覧」および東海大学医学部付属病院放射線診療センターホームページのデータを参考にし、入射表面線量がガイドラインの値として比例計算によって算出しました。生殖腺以外の部位は、その撮影のとき特に意識すべき部位として掲載しました。上記ホームページには他の臓器についても詳しく掲載されているのでぜひ参考にしてください。

http://trhome.med.u-tokai.ac.jp/contents/hibaku_ippan/hibaku_all/senryou.htm

■ 核医学検査

放射性医薬品の典型的な投与量と、患者さんから2m（ベッド間の距離）における積算γ線量この計算では安全側に立って、物理的半減期のみ考慮し、排出や組織の遮蔽効果は考慮していない。

	被ばく線量 mGy/mCi	被ばく線量 mGy/mCi
	第一ラジオアイソトープ	日本メジフィジックス
全身	1	1.7
心臓	1.7~3.2	6.4
肺	2.1	2.4
肝臓	1.9	4.7
脾臓	0.9	4.5
腎臓	11.8	4
睾丸	2.2	
卵巣	2.5	7.1

検査部位	投与量	精巣	卵巣
F-FDG	185	2.04	2.59
Tl	111	19.98	13.32
Ga	148	8.29	12.14
脳血流	111	0.50	0.75
腎臓	333	1.23	1.80
骨	555	1.33	2.00
心筋	740	2.52	5.70

核種	物理的半減期	投与量 (MBq)	初期線量率 (μSv/h)	積算γ線量 (mSv)
⁶⁷ Ga	3日	93	0.6	0.05
^{99m} Tc	6時間	740	3.9	0.04
¹²³ I	13時間	111	0.8	0.02
¹³¹ I	8日	3.7	0.06	0.02
²⁰¹ Tl	3日	74	0.3	0.04

*「看護スタッフのための核医学」作成 日本核医学会 日本核医学技術学会

核医学検査製剤の塩化タリウム²⁰¹(Tl)74MBqが皮下に漏れた事による皮膚線量は**0.10 Gy から1.4 Gy**であり、状況によっては確定的影響を生ずる事がありえる。

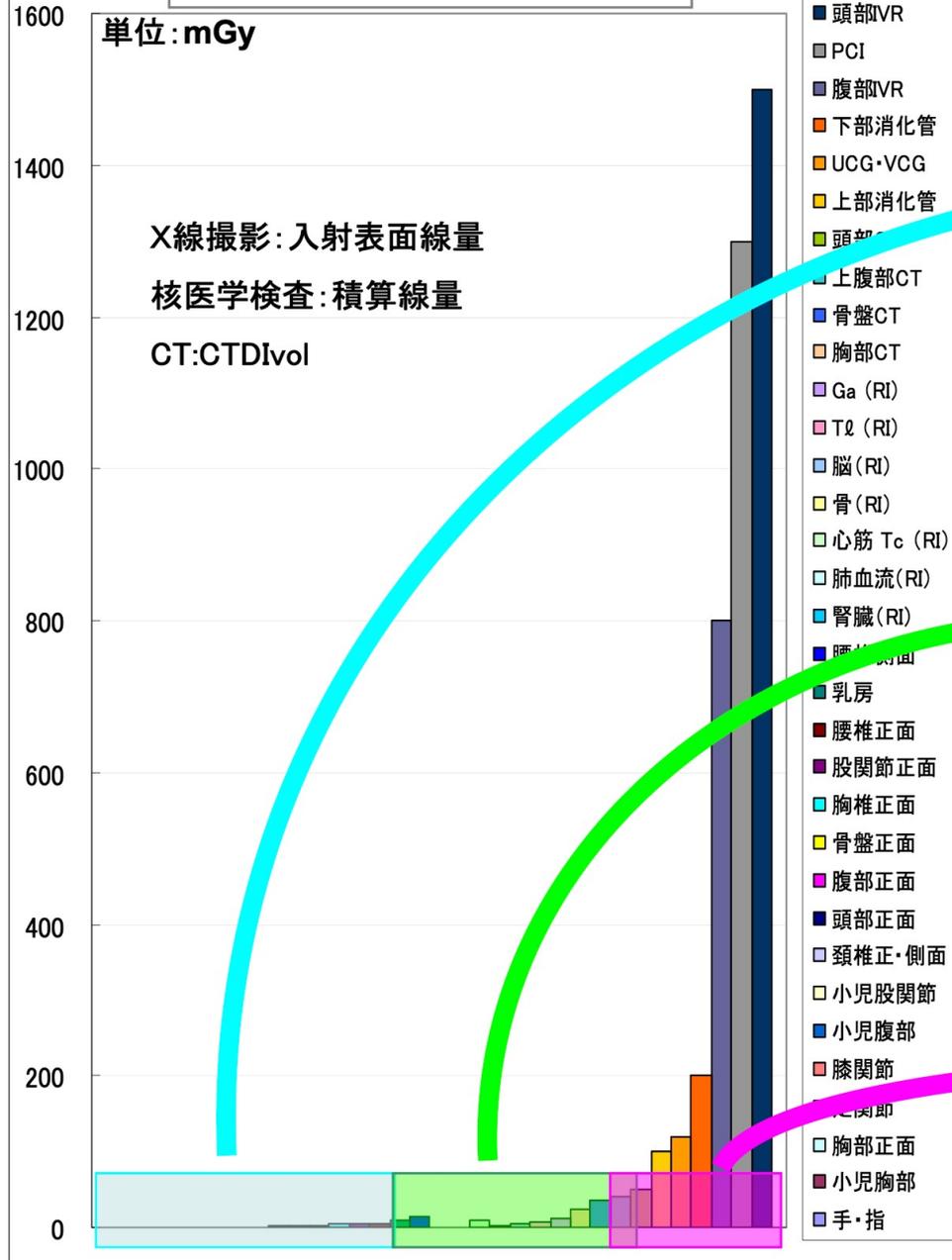
- 1- 皮下に分布した面積が小さいほど被ばく線量は多くなる
→局所加温・マッサージなど、広い面積に拡散させる。
- 2- 漏洩に気づいたら、注射を中断して刺入している針から放射性核種を吸引できるか試みる。
- 3- 漏洩した範囲をペンでマークし、漏洩局所のカウントをモニタークリアランスを求める。また測定結果を記憶する。

*福田寛:日本核医学会 リスクマネジメント委員会
「放射線皮膚障害に関する考察」 <http://www.jsnm.org/paper2/40-2/pdf/k-40-2-13.pdf>
※被ばくによる急性皮膚紅斑は2~3日で観察できるが、主要な反応は被ばく10~14日以降である。処置を必要とするのは、²⁰¹Tl、⁶⁷Ga、¹³¹I注射製剤であり、^{99m}Tc、¹²³Iについては特に対処は必要としない。

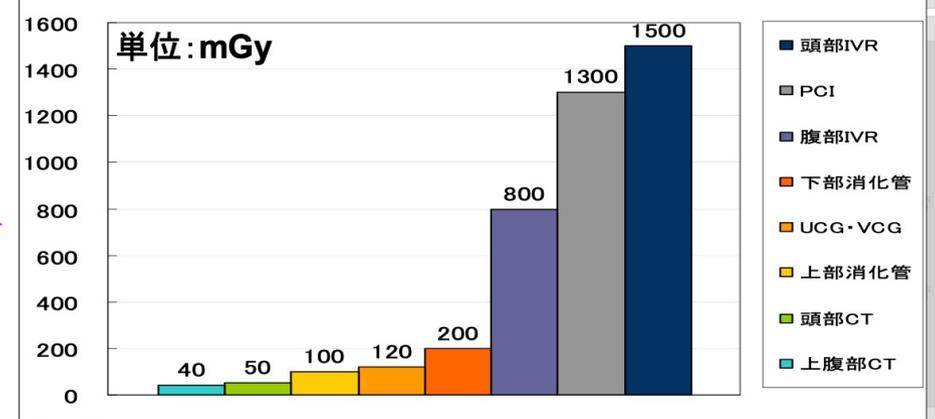
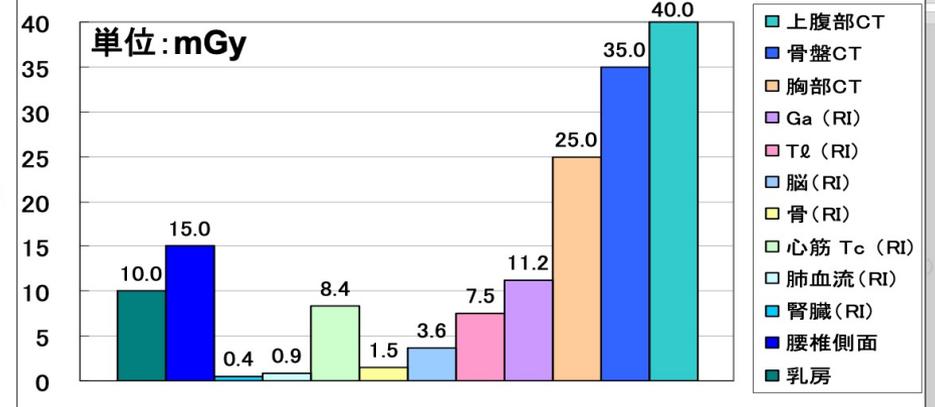
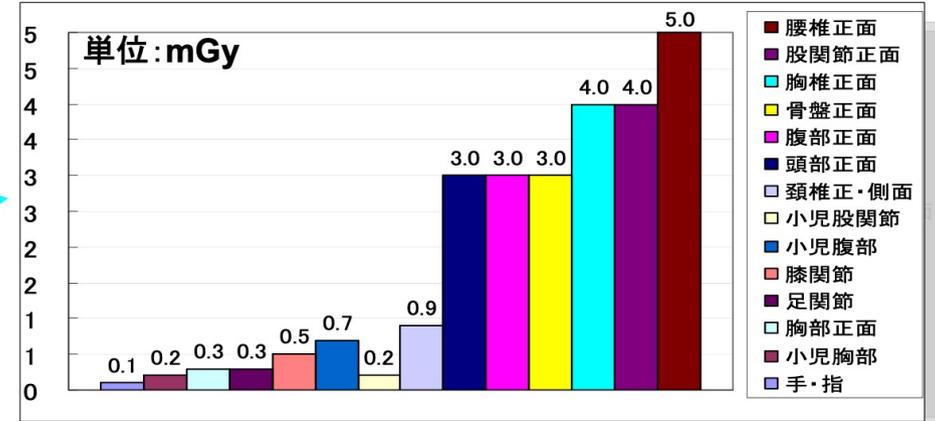
MIRD法のパンフレットにはTlについての被曝線量測定のための導出されたデータが未記載であり(MIRDパンフレットNo10 P-11),今回の計算に用いたS値の表には心臓に関する項目が無い(MIRDパンフレットNo11 P-251)ので、心臓に関しては文献値0.170.32rad/mCiと推定した。

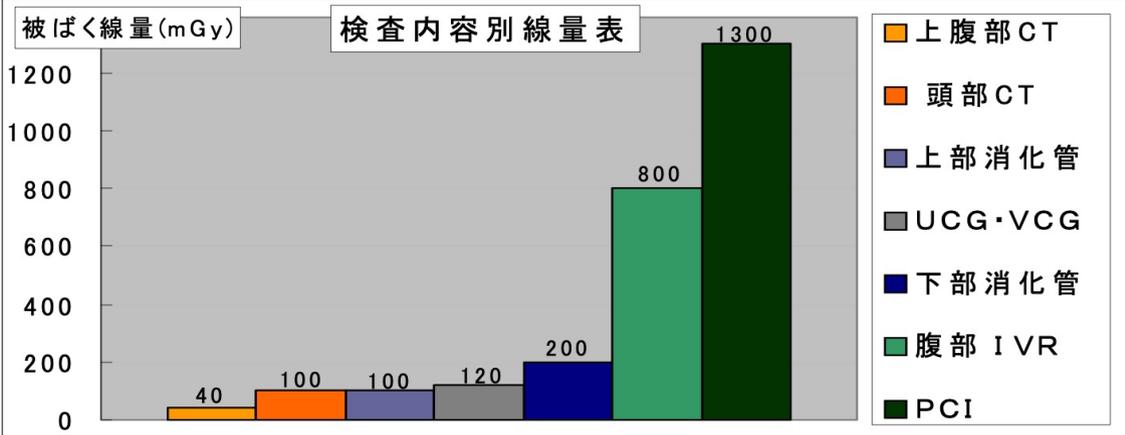
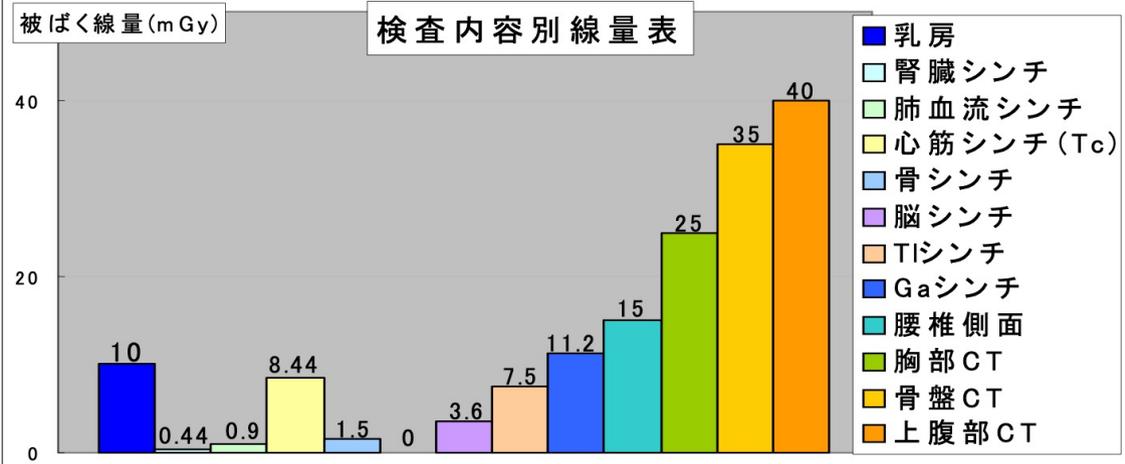
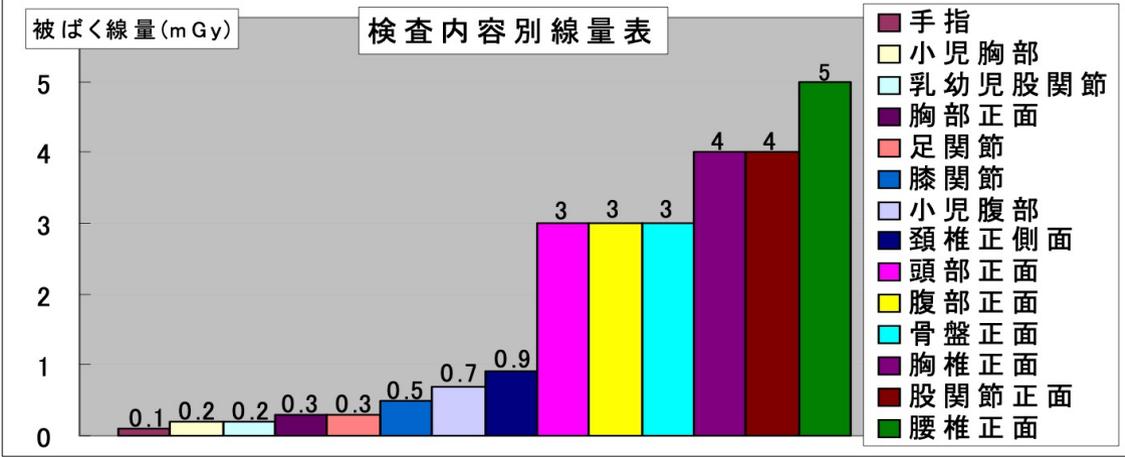
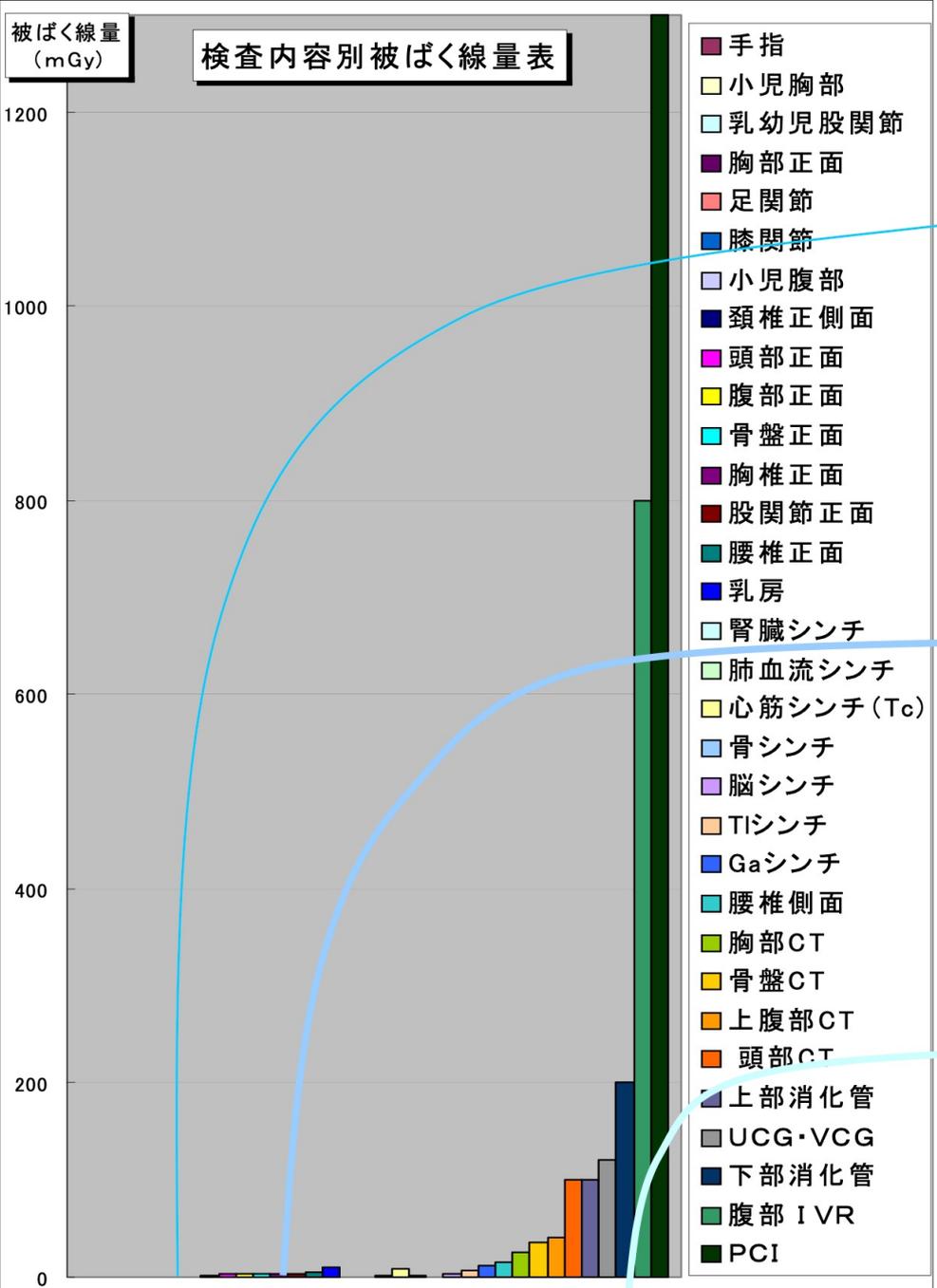
- * Bradley-Moore,P.R,Lebowitz, E.,etal : J.Nucl.Med. 16(2) 156(1975)
- * Feller,P.A.Sodd, V.J. : J.Nucl.Med., 16(11) 1070,(1975)
- * Lebowitz,E.,etal:J.Nucl.Med., 16(11) 1090,(1975)
- * 診断用放射性薬剤投与に伴う副作用について <http://www.jsnm.org/report/2001-1-3.htm>

検査別線量の比較(詳細)



(グラフの項目はすべて大きい方から順に)





参考文献

- 日本放射線技師会雑誌 2006/Vol.53/No.640 32(128) 図3 放射線の量と健康障害
- 日本放射線技師会雑誌別冊 2005/vol.52/No.633 「医療被ばく低減特集号」
- 日本放射線公衆安全学会 「医療被ばくに対するインフォームド・コンセント・部位別被ばく線量一覧」
作成 香川大学医学部附属病院 笹川 泰弘 門田 敏秀 2004.6
- 東海大学病院 放射線診療センター ホームページ http://trhome.med.u-tokai.ac.jp/contents/hibaku_ippan/hibaku_all/senryou.htm
- 「看護スタッフのための核医学」作成 日本核医学会 日本核医学技術学会
- 日本医事新報社「放射線防護マニュアル」草間 朋子著
- 赤色骨髄：ICRP Publ.70
- 福田寛:日本核医学会 リスクマネジメント委員会 「放射線皮膚障害に関する考察」 <http://www.jsnm.org/paper2/40-2/pdf/k-40-2-13.pdf>
- 診断用放射性薬剤投与に伴う副作用について <http://www.jsnm.org/report/2001-1-3.htm>
- Bradley-Moore,P.R,Lebowitz, E.,etal : J.Nucl.Med. 16(2) 156(1975)
- Feller,P.A.Sodd, V.J. : J.Nucl.Med., 16(11) 1070,(1975)
- Lebowitz,E.,etal:J.Nucl.Med., 16(11) 1090,(1975)
- 組織反応：ICRP Publ.103
- しきい線量推定値：ICRP Publ.103, 118
- 環境省 放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（平成30年度版、HTML形式）第3章 放射線による健康影響
https://www.env.go.jp/chemi/rhm/h30kisoshiryo/h30kiso-03index.html#h30_3.4
- 放射性医薬品を投与された患者の実効線量、吸収線量に関するICRPデータ, メジフィジクス社 「【時刻-投与量換算機能付】ICRP等被ばく線量計算用エクセル」

被ばくポケットマニュアル 改訂2版

2007.2 作成 (社) 秋田県放射線技師会 管理士協議会

2022.1 改訂 (公社) 秋田県診療放射線技師会 放射線安全管理委員会

発行 (公社) 秋田県診療放射線技師会

本マニュアルの内容の一部あるいは全部の利用は放射線安全利用及び被ばく相談においてのみ許可し、営利目的での利用を禁じます。