

医療用放射線の安全利用 について

厚生連高岡病院

放射線科

北川清秀

診療用放射線に係る安全管理体制の法制化

医療法施行規則の一部を改選する省令

2019年3月11日公布、2020年4月1日施行

管理者が確保すべき安全管理の体制

- * 院内感染対策
- * 医薬品に係る安全管理
- * 医療機器に係る安全管理
- * 高難度新規医療技術等
- * 医療放射線に係る安全管理

求められる事項

- 医療放射線安全管理者の配置
- 診療放射線の安全利用のための指針の策定
 - 日本診療放射線技師会のサイトに指針(案)あり
- 安全利用のための研修の実施
- 被ばく線量の管理・記録
- 過剰被ばくその他の事例発生時の対応方針の決定
- 医療従事者と患者間の情報共有

医療放射線の安全管理に係る体制②

第6回 医療放射線の
適正管理に関する検討会
平成30年6月8日

資料
1

放射線従事者等に対する医療放射線に係る安全管理のための職員研修の実施

- 職員研修の対象者は、医療被ばくの正当化・最適化に付随する業務に従事する者（放射線診療を行う医師、歯科医師、診療放射線技師等）
- 職員研修は、年1回実施※1
- 研修の実施内容（開催又は受講日時、出席者、研修項目）を記録
- 職員研修は、当該病院等以外での研修を受講することでも代用可※2
- 他の医療安全に係る研修と併せて実施可※3
- 職員研修の内容は以下の通り
 - ① 医療被ばくの基本的人な考え方に関する事項
 - ② 放射線診療の正当化に関する事項
 - ③ 防護の最適化に関する事項
 - ④ 放射線障害が生じた場合の対応に関する事項
 - ⑤ 患者への情報提供に関する事項



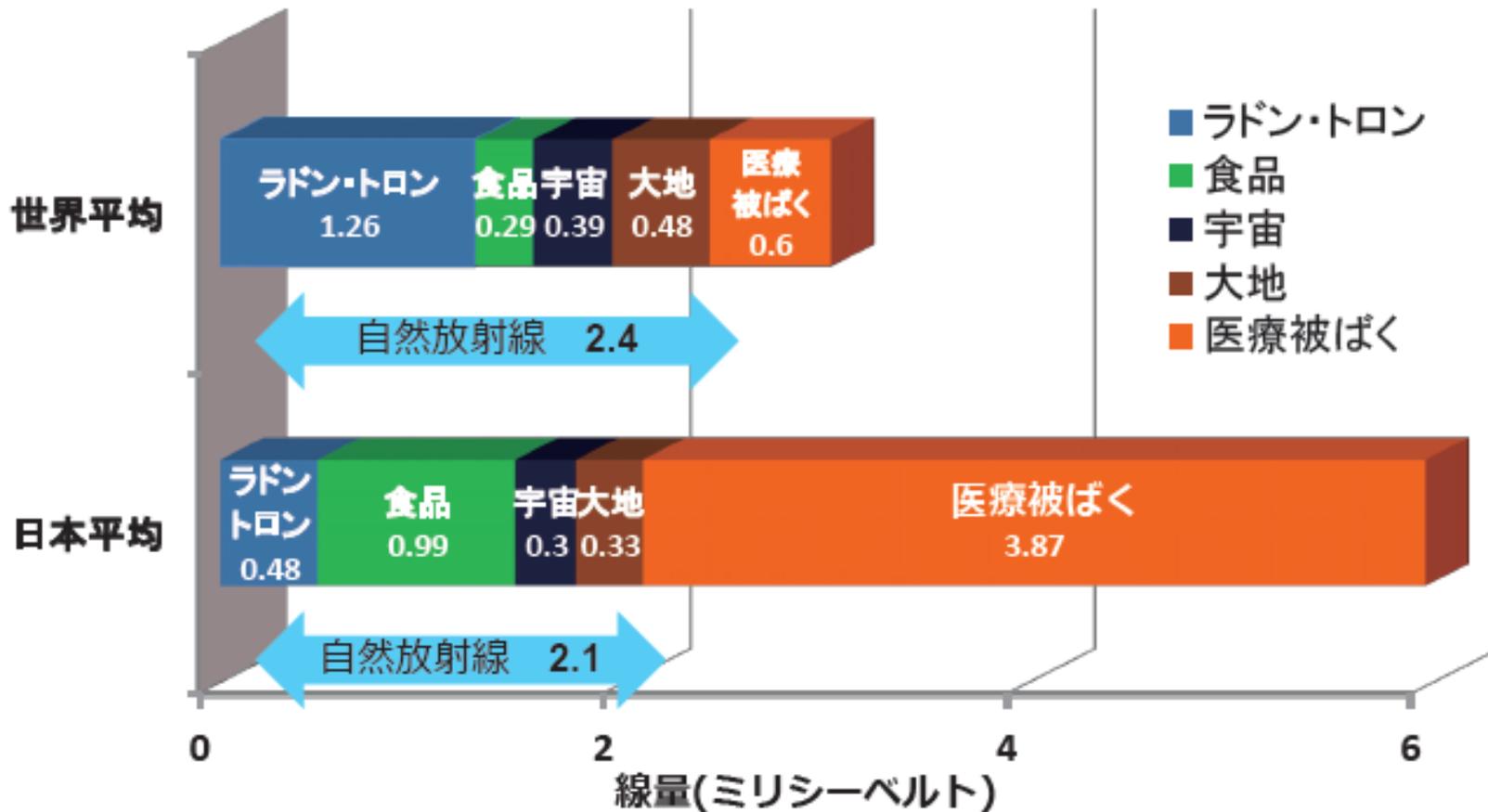
対象となる医療機関

「管理・記録対象医療機器等」とは

- ・全身CT
- ・血管造影装置(IVR-CT)
- ・RI装置(核医学)
- ・PET

年間当たりの被ばく線量の比較

日常生活における被ばく（年間）



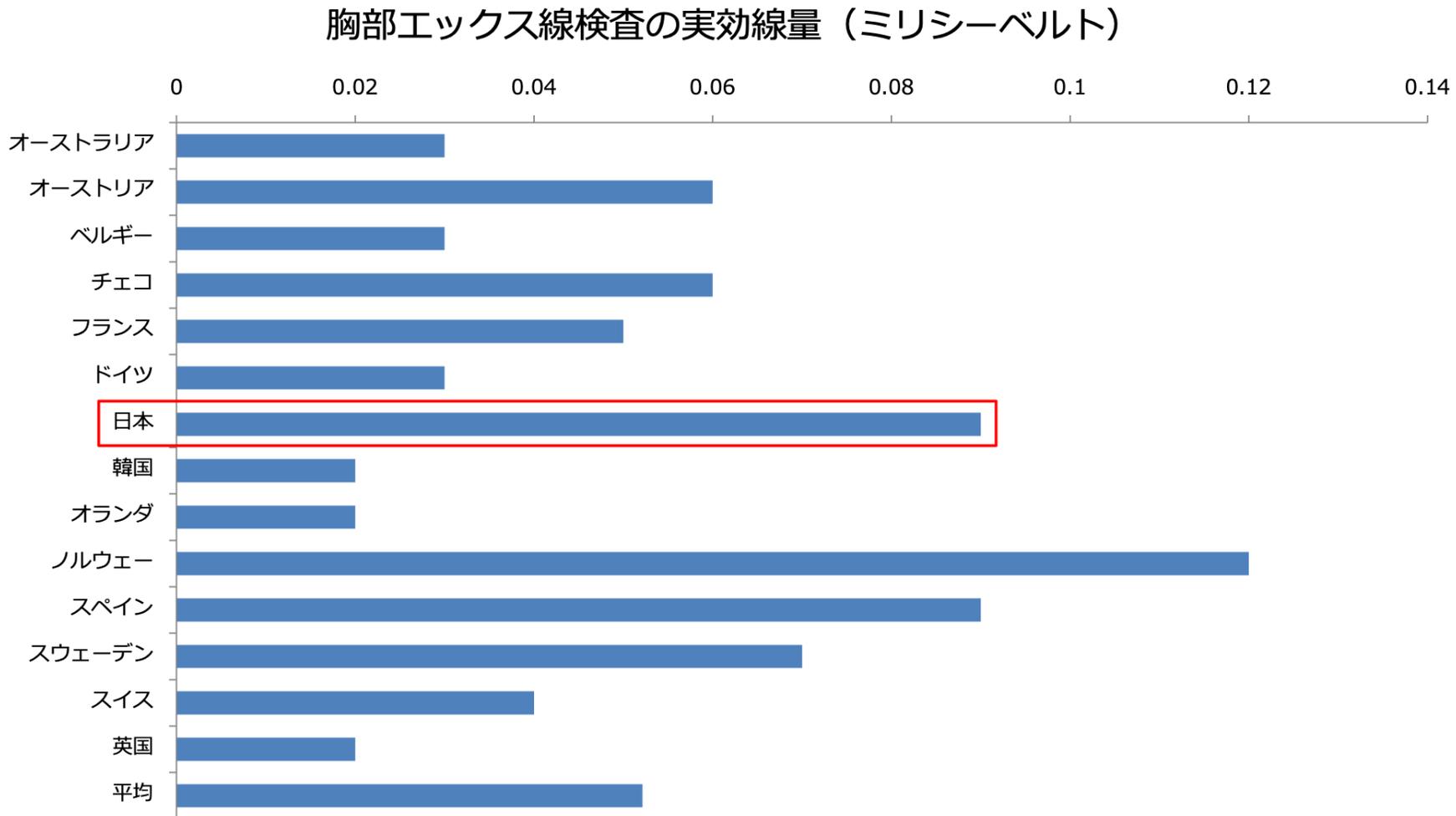
医療被ばくが非常に多い

日本人は魚介類摂取が多い→
ポロニウム210

出典：国連科学委員会（UNSCEAR）2008年報告、
（公財）原子力安全研究協会「生活環境放射線」（2011年）より作成

各国の放射線診療の比較（被ばく線量）①

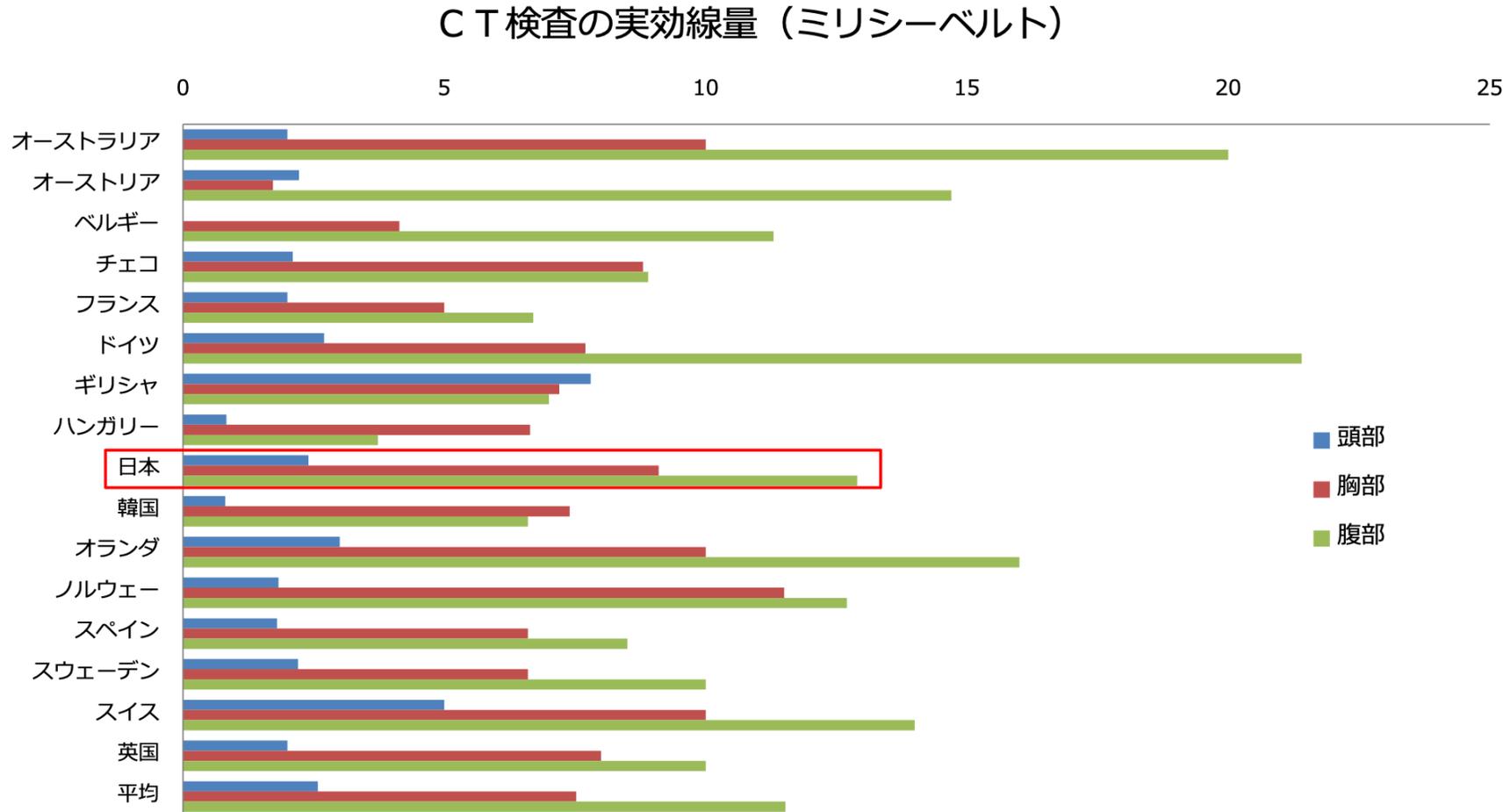
○ 日本は、諸外国と比較して胸部エックス線検査の被ばく線量が多い。



出典：国連科学委員会（UNSCEAR）2008年報告書 11

各国の放射線診療の比較（被ばく線量）②

○ 日本のC T検査における被ばく線量は、いずれも世界平均より高い。



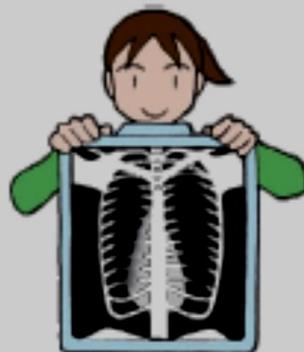
出典：国連科学委員会（UNSCEAR）2008年報告書 12

人工放射線からの被ばく線量

人工
放射線



胸部CTスキャン
(1回) 2.4~
12.9mSv



胸部X線検査 (1回) 0.06mSv

mSv : ミリシーベルト

出典 : 国連科学委員会 (UNSCEAR) 2008年報告、
原子力安全研究協会「新生活環境放射線 (平成23年 (2011年))」、ICRP103他

COMMENTARY

Risk of cancer from diagnostic X-rays

THE LANCET

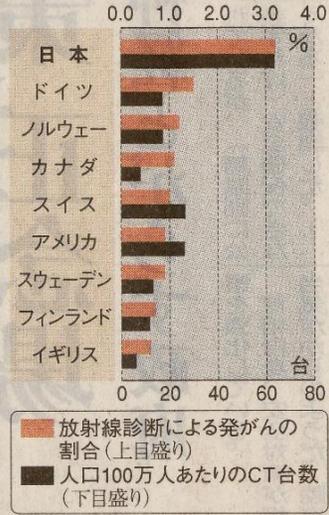
Vol 363·January 31, 2004

がん3.2% 診断被ばく原因

CT普及背景

英の大学推定

国内でがんにかかる人の3.2%は、医療機関での放射線診断による被ばくが原因の発がんとして推定されることが、英・オックスフォード大グループが行った初の国際的な研究で明らかになった。調査が行われた英米など十五か国の中でも最も高かった。CT（コンピュータ断層撮影法）は二時間二面装置の普及などが背景とみられ、検査のあり方を巡り波紋を広げそうだ。この研究は英国の医学誌「ランセット」で報告された。



国、ポーランドがともに0.6%で最も低く、米国0.9%、最も高いクロアチアでも1.8%だった。日本は、千人あたりの年間検査回数が最多の千四百七十七回で、十五か国の平均の一・八倍。発がん率は平均の二・七倍で、一回の検査での被ばく量が他国より

研究は、各国のエックス線、CTなど放射線検査の頻度や、検査による被ばく量、さらに年齢、性別、臓器ごとに示した放射線の被ばく量と発がん率の関係について行っている。日本以外では、英

放射線とがん 放射線を浴びると、正常細胞を傷つけることにより、がんを引き起こすことされる。原爆やビキニ水爆実験の被ばく者に白血病などが見られたほか、一九八六年の旧ソ連・チェルノブイリ原発事故の後、近隣住民に白血病、甲状腺がんが急増した、との報告がある。

早期発見に貢献 過剰検査には注意

解説 精密な検査が可なり、数千円から一億円にのぼる設備投資を回収しようとする過剰な検査をする場合もある、との指摘もある。佐々木名誉教授は「CTは有効な検査であり、今回のデータが出たからといって必要な検査をせず、誤診や見落としにつながるのでは本末転倒。ただ、超音波検査など代替りの検査が可能かなどを検討し、発がんの危険性も十分考慮したうえで使うよう徹底する必要がある」と話している。

高いことがうかがえる。佐々木武仁・東京医科歯科大名誉教授（口腔放射線医学）は「通常のエックス線検査より、放射線量が多しCT検査の普及が影響している」と指摘する。CTは、エックス線を使ってコンピュータで画像にする装置。国連科学委員会報告によると、日本は人口百万人あたりの普及台数が六十四台で、二位のスイス（二万八千台）を引き離し、世界一多い。CTは年間の検査回数や撮影枚数に制限がなく機器の精度や技師の腕により被ばく量が異なる。日本放射線技師会は二〇〇〇年、被ばくの指針を定め、撮影部位ごとの目標値を策定。さらに厳しい値に見直す作業を進め、来年度にCT検査の実態調査を行う予定だ。

放射線検査による被ばく線量

線源	実効線量
自然放射線: 年間	2.1 mSv
胸部X線正面撮影	0.06 mSv
腰椎4方向撮影	3 mSv
上部消化管造影	4 mSv
骨シンチ	4 mSv
頭部CT	2 mSv
胸部CT	5 mSv
腹部ダイキミックCT	20 mSv
頸部～骨盤部CT	20 mSv

CT被曝が多い

DLP(Dose Length Product)

現在の装置では撮影終了時にDLPの値が表示されます
データとして保存しておく必要があります
求められた場合には、開示する必要があります

DLP値(太った人は数値↑)

頭部	700~800	1.47~1.68mSv
胸部	400~500	5.6~7.0mSv
胸腹部	1000	15mSv
肝ダイナミック (4相)	1200	15mSv(現在 10mSv)

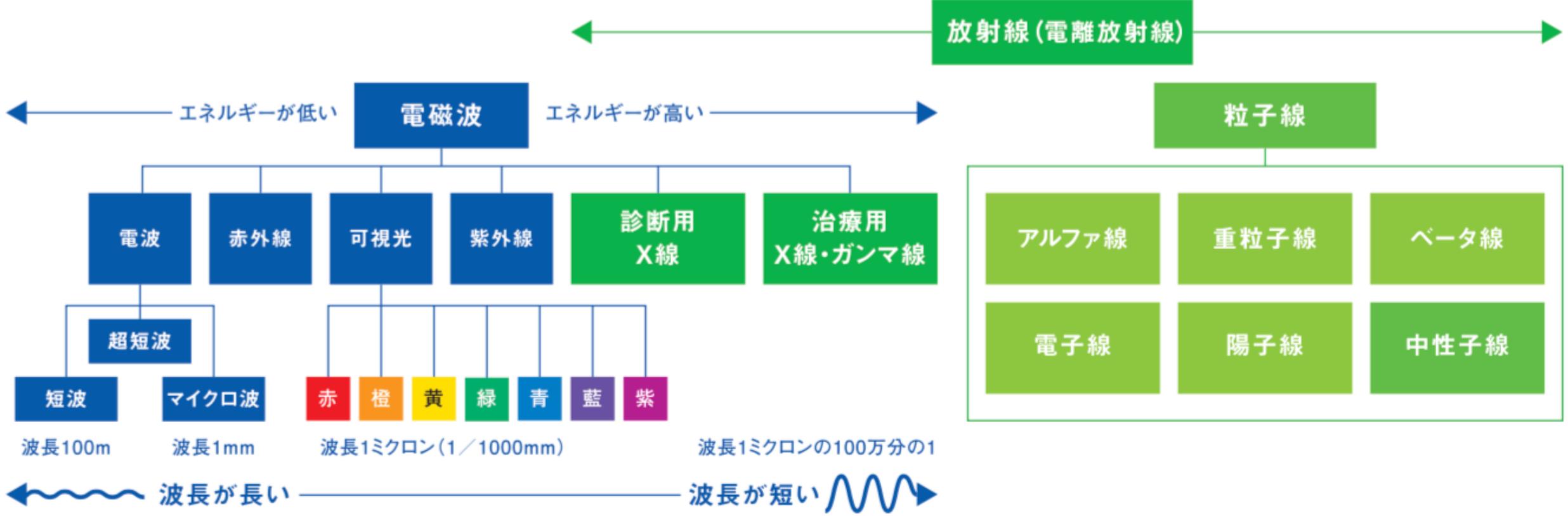
CT装置での表示

Dose Report

Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy*cm)	Phantom cm
Scout					
1	Scout	S60-I550	0.02	1.07	Body 32
1	Scout	S60-I550	0.02	1.07	Body 32
----- Plain -----					
2	Helical	I25-I310	6.73	237.69	Body 32
--Phase 1+2 -----					
3	Helical	I25-I310	5.50	194.18	Body 32
3	Helical	I25-I465	6.83	347.03	Body 32

放射線の種類

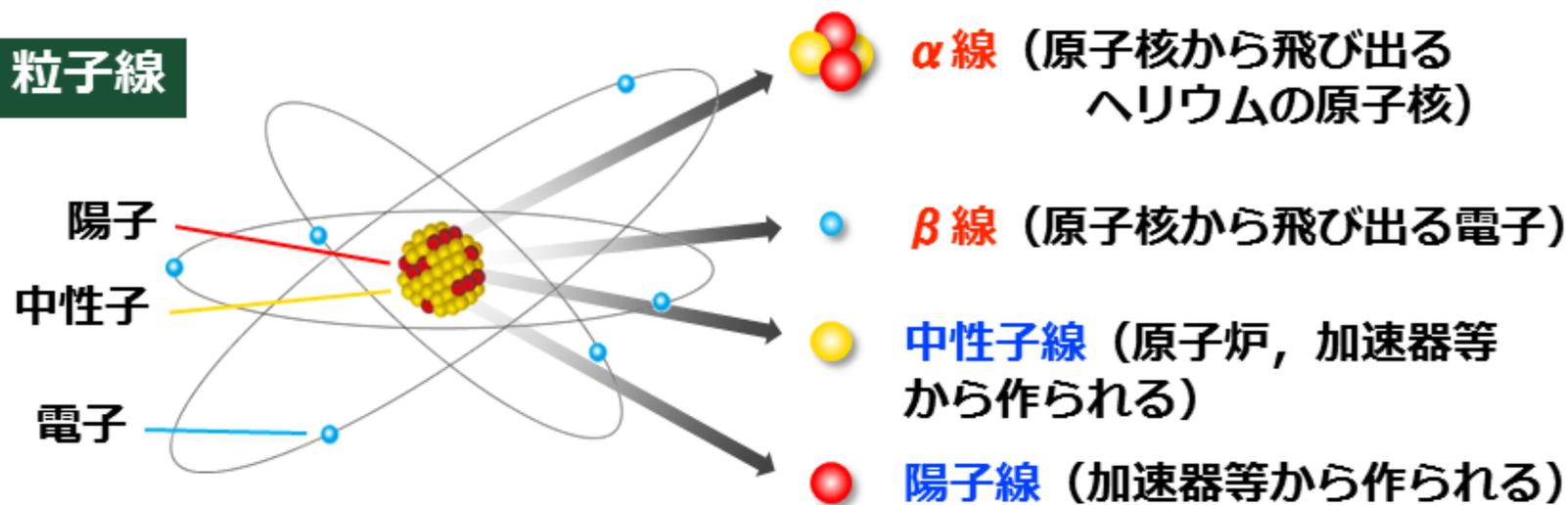
放射線には、光と同じような性質をもつ電磁波と、粒子の運動によって生じる粒子線とがあります。エックス線(X線)やガンマ線(γ 線)は電磁波であり、アルファ線(α 線)、ベータ線(β 線)、中性子線などは粒子線です。



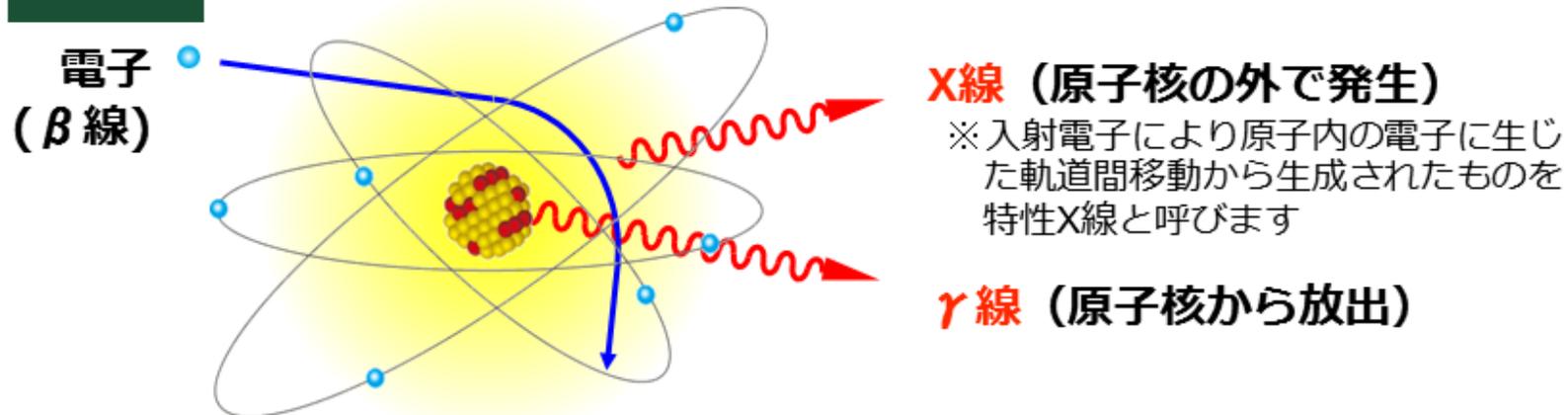
電離放射線

電離作用を有する放射線

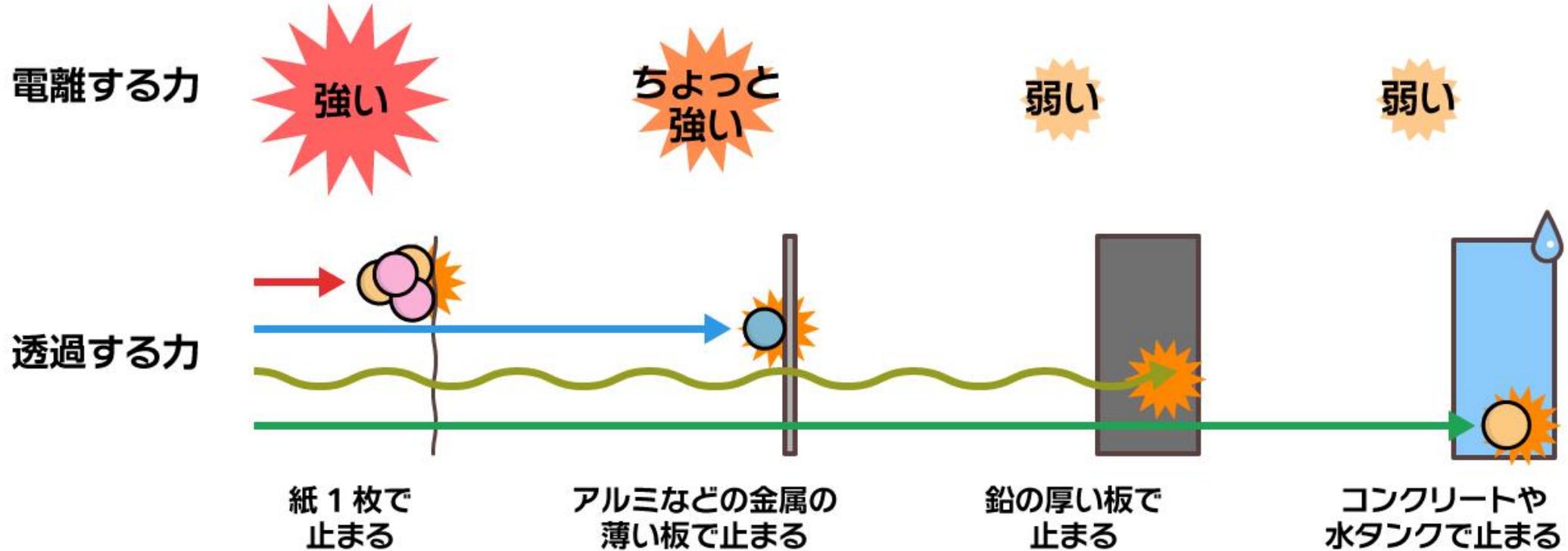
粒子線

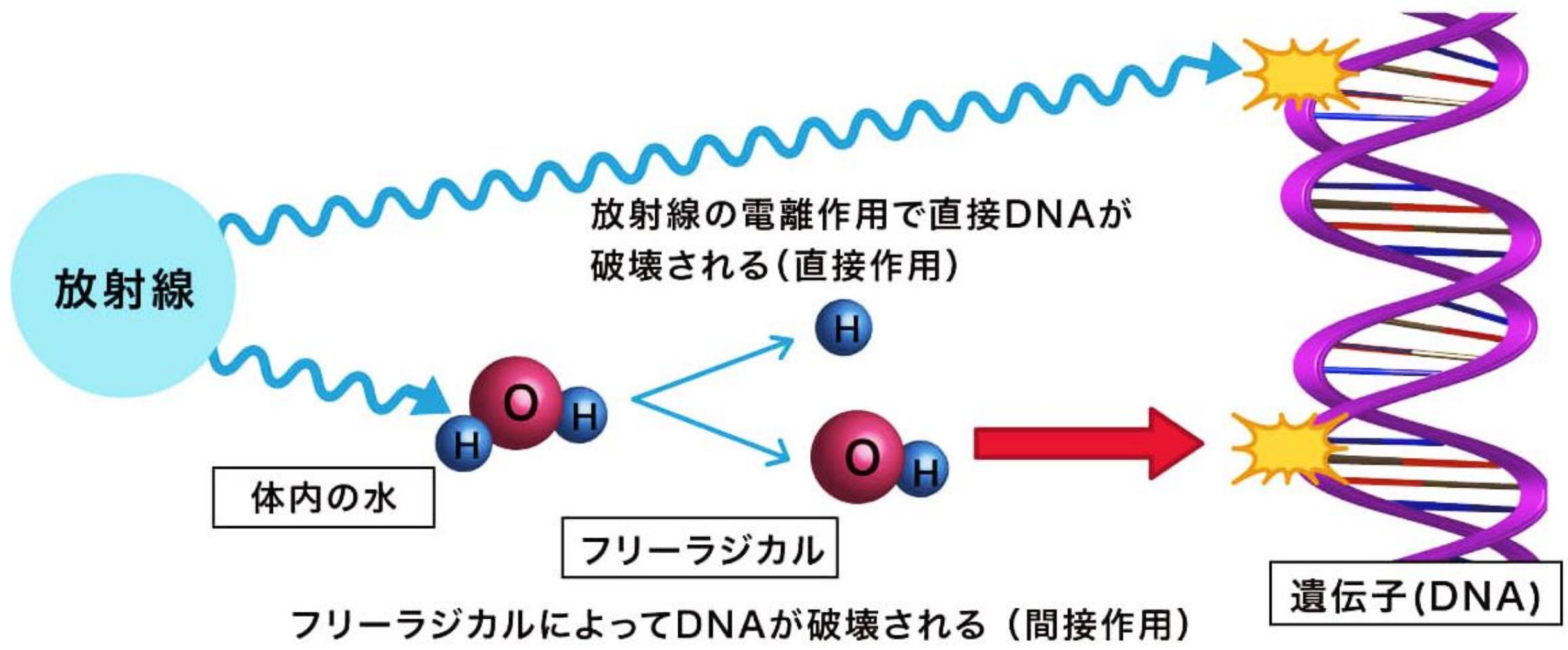


電磁波



放射線の種類





放射線

放射線の電離作用で直接DNAが破壊される(直接作用)

体内の水

フリーラジカル

フリーラジカルによってDNAが破壊される(間接作用)

遺伝子(DNA)

はじめに 放射線・放射能・放射性物質とは

- 電球 = 光を出す能力を持つ

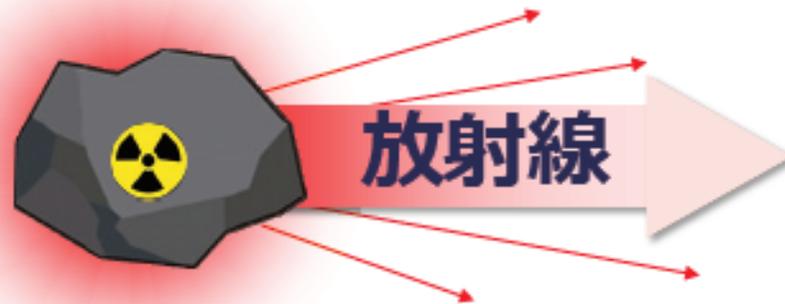
ワット (W)
▶ 光の強さの単位



ルクス (lx)
▶ 明るさの単位

- 放射性物質 = 放射線を出す能力 (放射能) を持つ

ベクレル (Bq)
▶ 放射能の単位



換算係数

シーベルト (Sv)
▶ 人が受ける放射線被ばく線量の単位

※ シーベルトは放射線影響に関係付けられる。

はじめに

放射線と放射能の単位



ベクレル (Bq)

放射能の強さの単位：
1秒間に1個の割合で原子核が変化する
(壊変する) = 1ベクレル

シーベルト (Sv)

人が受ける放射線被ばく線量の単位：
放射線影響に関係付けられる

放射線の人体への影響

出生前被ばく
の影響

奇形、精神遅滞など

確定的影響、
他 確率的影響もあり

身体的影響
(本人のみ)

急性障害

急性放射線症

皮膚の紅斑

脱毛

不妊など

骨髄障害

消化管障害

神経障害

確定的影響

晩発性
障害

白内障

がん

白血病

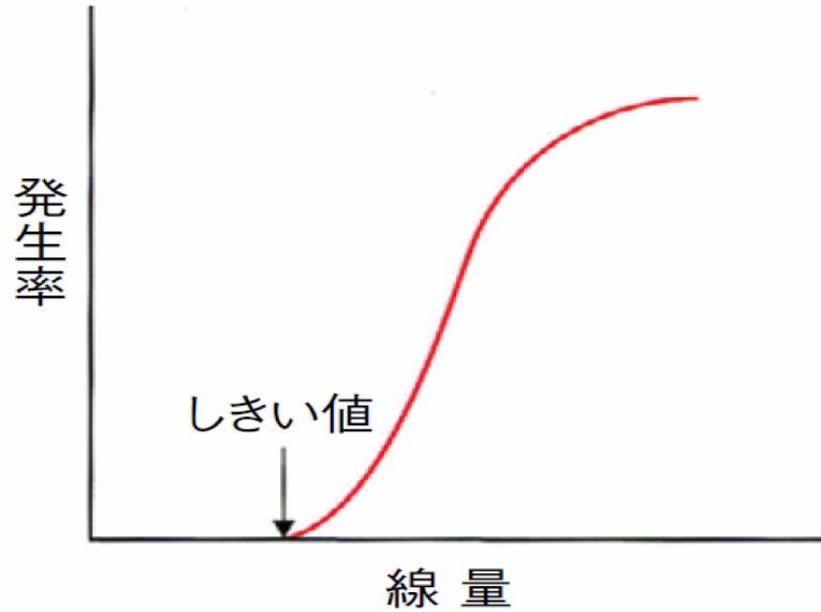
遺伝的影響
(子孫に現れる)

遺伝病

確率的影響

組織反応

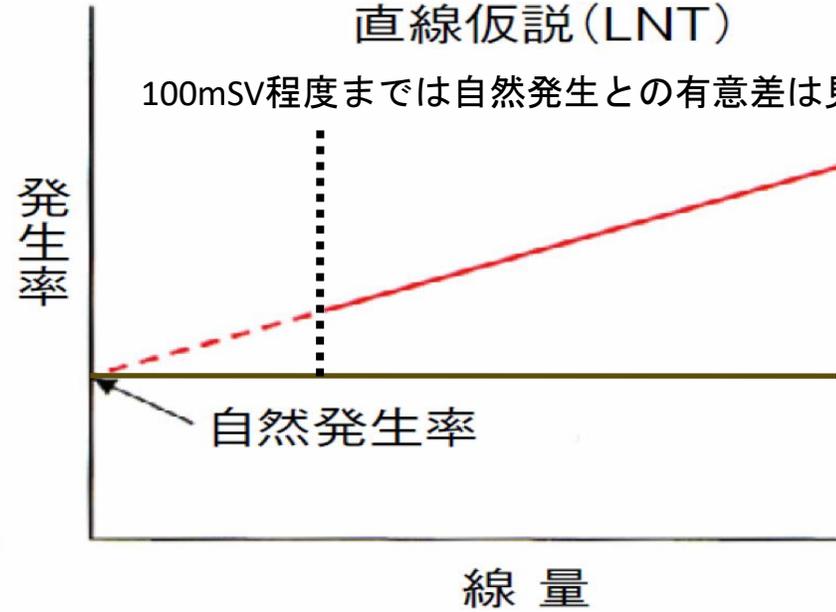
確定的影響



確率的影響

直線仮説 (LNT)

100mSV程度までは自然発生との有意差は見られない



線量効果関係としきい値

潜伏期：白血病 2年以上、 固形癌 5～10年以上

確定的影響

(脱毛・白内障・皮膚障害等)

同じ線量を多数の人が被ばくしたとき、全体の1%の人に症状が現れる線量を「しきい線量」としている。

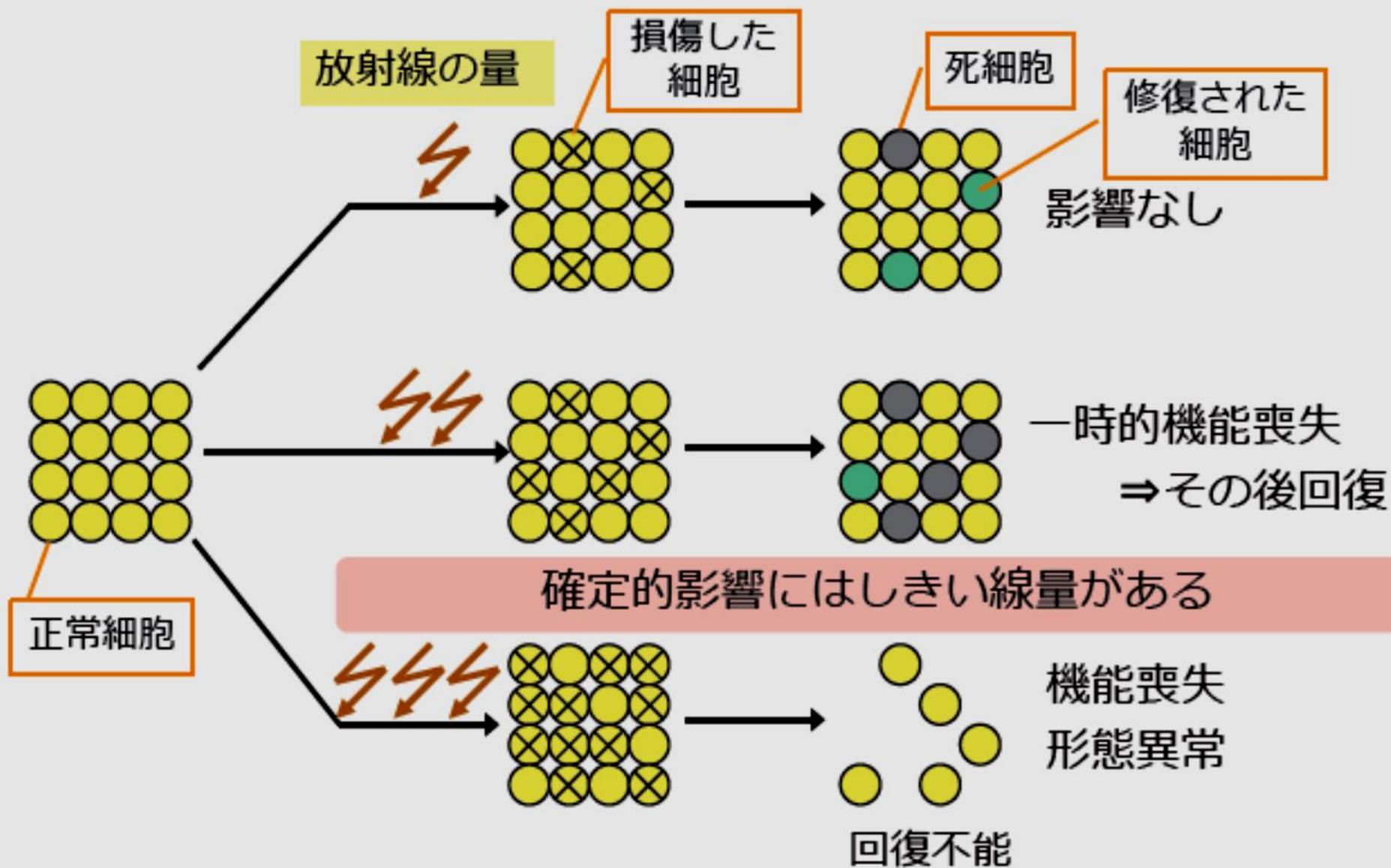
(国際放射線防護委員会 (ICRP) 2007年勧告)

確率的影響

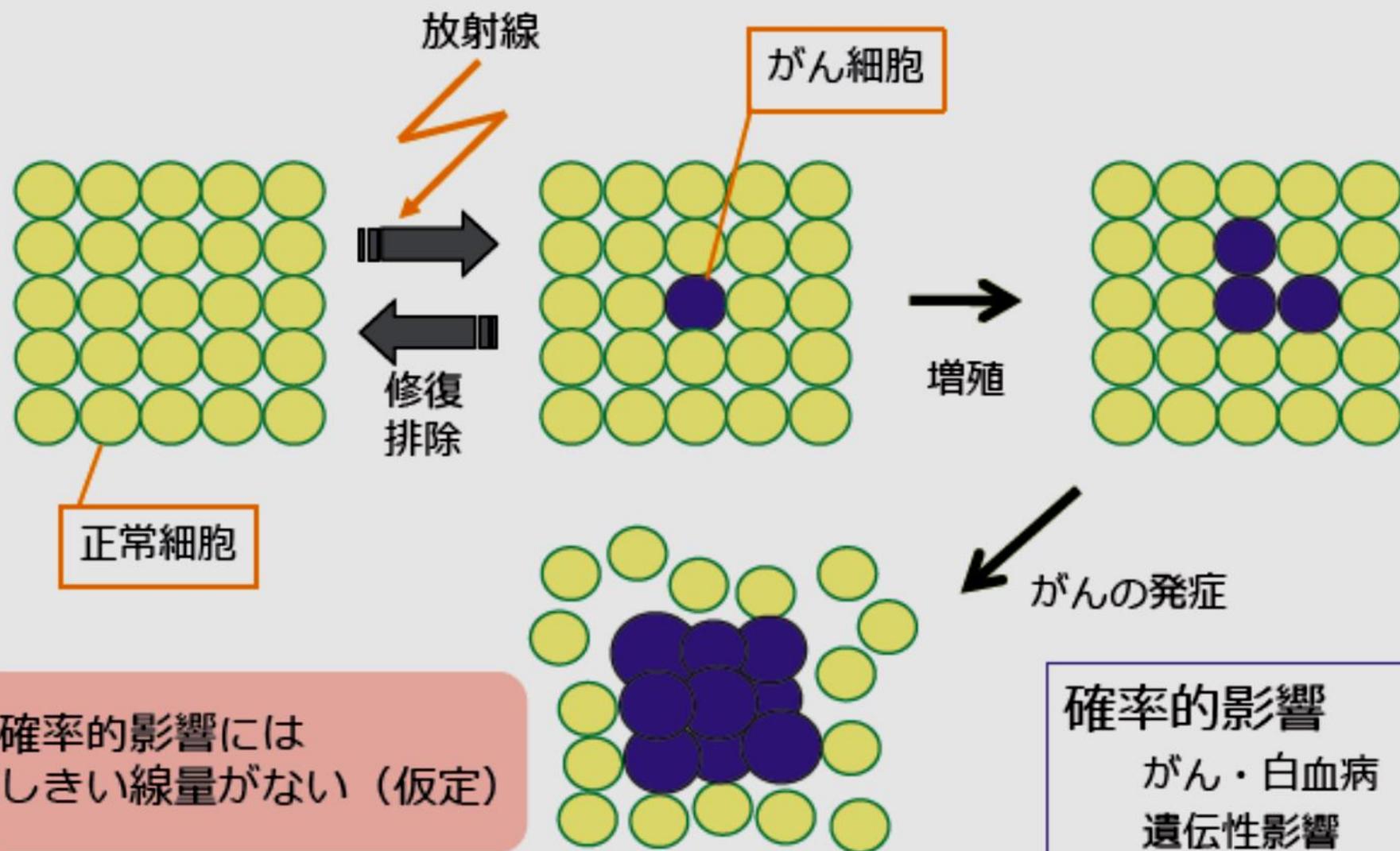
(がん・白血病・遺伝性影響等)

一定の線量以下では、喫煙や飲酒といった他の発がん影響が大きすぎて見えないが、ICRPなどではそれ以下の線量でも影響はあると仮定して、放射線防護の基準を定めることとしている。

確定的影響



確率的影響



γ (ガンマ) 線急性吸収線量のしきい値

障害	臓器／組織	潜伏期	しきい値 (グレイ)※
一時的不妊	精巣	3～9週	約0.1
永久不妊	精巣	3週	約6
	卵巣	1週以内	約3
造血能低下	骨髄	3～7日	約0.5
皮膚発赤	皮膚 (広い範囲)	1～4週	3～6以下
皮膚熱傷	皮膚 (広い範囲)	2～3週	5～10
一時的脱毛	皮膚	2～3週	約4
白内障 (視力低下)	眼	数年	0.5

※臨床的な異常が明らかな症状のしきい線量 (1%の人々に影響を生じる線量)

臓器・組織の放射線感受性

分裂が盛ん

感受性が高い

造血系：骨髄、リンパ組織（脾臓、胸腺、リンパ節）

生殖器系：精巣、卵巣

消化器系：粘膜、小腸絨毛

表皮、眼：毛嚢、汗腺、皮膚、水晶体

その他：肺、腎臓、肝臓、甲状腺

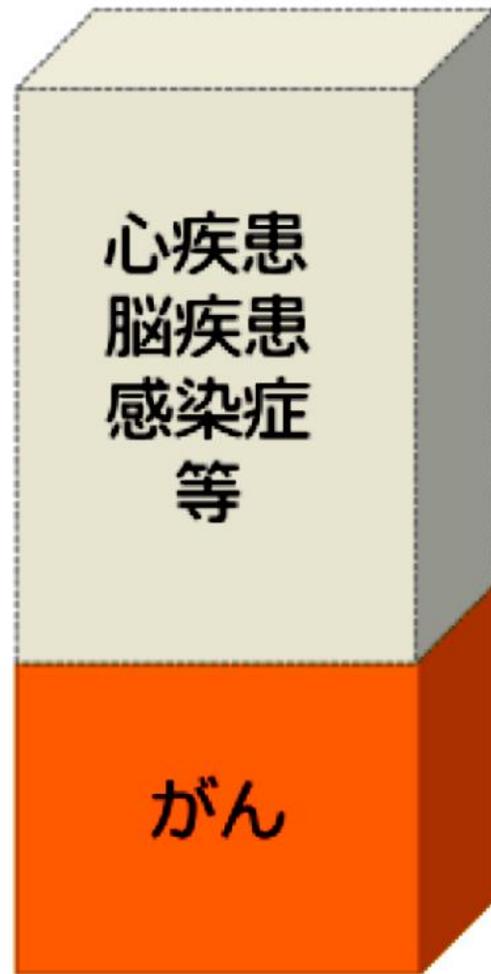
支持系：血管、筋肉、骨

伝達系：神経

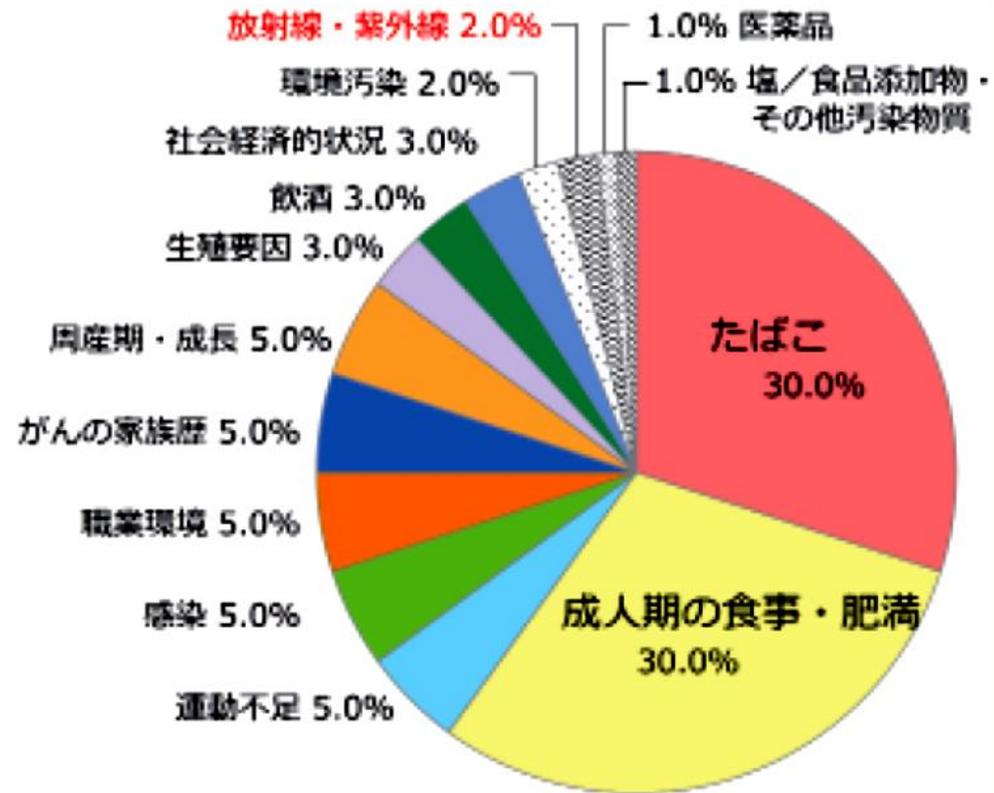
分裂しない

感受性が低い

発がんに関連する因子



ヒトのがんの発生と 関連のある因子



被ばくの分類

医療被ばく	<p>医学的理由により患者が受ける被ばく 妊娠・授乳中の患者の医療被ばくに伴う胎児・乳児の被ばくを含む</p> <p>患者の家族・親しい友人等が、患者の支援・介助等に際して受ける被ばく</p> <p>生物医学的研究等における志願者の被ばく</p>
職業被ばく	業務における放射線被ばく
公衆被ばく	<p>一般公衆の放射線被ばく 職業被ばく・医療被ばくを除く</p>

- 医療従事者が業務で受ける被ばくは職業被ばく

職業被ばく 線量限度を求められている

○職業人(実効線量)

100mSv/5年 かつ 50mSv/1年

水晶体 100mSv/5年 かつ 50mSv/1年

2021年4月1日より

○一般公衆(実効線量)

1年間 1mSv

妊娠可能な女子の腹部以下 5mSv/3か月

妊娠中の女子の腹部表面 2mSv(内部被ばく<1mSv)

医療被ばく

放射線画像検査や放射線治療は、

患者さんの健康上の利益が得られる範囲で、

医師の裁量でどれだけでも行う事が可能

医師としての倫理観が必要→私の個人的意見

放射線診断で心がけるべき事

* 検査目的の明確化

どのような疾患を疑い、可能性はどの程度かあらかじめ検討
念のためは利益が乏しいし正当化されない

* 検査での診断能

疑う疾患がその検査で診断可能かどうか検討

* 代替検査

放射線を使用しない検査で診断できないか検討

* 診療方針への寄与

検査結果がその後の診療方針に影響するかどうか検討
撮影後に考えるのはダメ

* 直近に他科や他病院で検査されていないか確認

やってはいけない放射線診断

- 患者の希望
- とりあえず/ルーチン
- ついでの全身検査
- 念のため！ 偶発病変を期待して
- 毎回の広範囲撮影
- とりあえずダイナミック撮影

私たちが放射線診療で注意すること

外部被ばくの低減三原則

1. 離れる（距離）
2. 間に厚い者を置く（遮蔽）
3. 近くにいる時間を短く（時間）

防護衣の着用効果

防護衣の着用→被ばくを90%以上減らす事が可能
鉛の厚さ0.25mm→散乱線90%遮蔽
0.35mm→散乱線95%遮蔽
(IVRやCT透視において)

ネックガード→甲状腺と頸髄の被ばく低減

防護めがねの効果

まず遮蔽板の使用→防護めがね使用

- ・レンズの放射線遮蔽効果は約50%
- ・ゴーグルタイプが望ましい

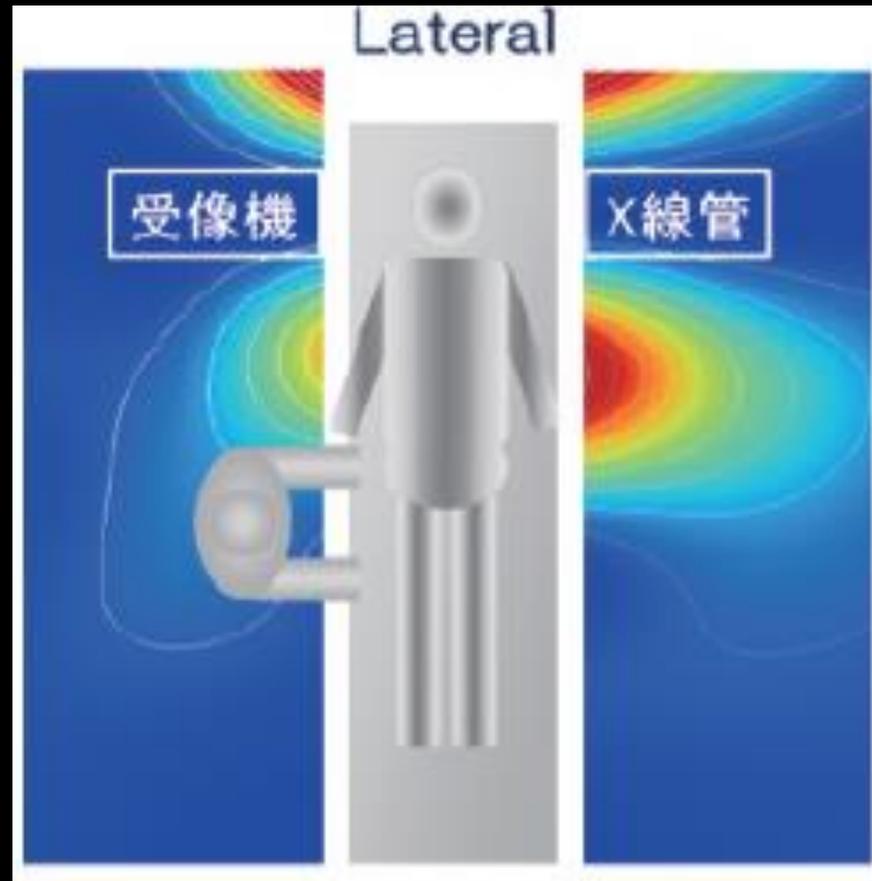
透視装置利用における遮蔽



遮蔽あり

立ち位置への配慮

医療スタッフはX線管の位置を確認しながら、できるだけX線管から離れた位置に立つよう心がける



手指の被ばくへの配慮

手指を直接線には曝さないように、曝すと非常に高線量の被ばくとなります。散乱線による手の被ばくが懸念される場合には、可能なら防護手袋を使用。

患者さんからの散乱線減少→術者の被ばく低減

患者さんの被ばく線量を低減するあらゆる努力が必要

患者さんの被ばく低減方法

- ・透視時間は可能な限り短く(つけっぱなしはダメ)
- ・フレームレート(撮影)、パルスレート(透視)は低く
- ・無用な拡大は避ける
- ・照射野は可能な限り狭く適正に→患者さんからの散乱線↓

皮膚障害めやす

レベル0	1Gy未満	特別な対応は不要
レベル1	1Gy以上3Gy未満	被ばく線量と部位を診療録などに記載する
レベル2	3Gy以上5Gy未満	一過性の脱毛、発赤の可能性を説明する
レベル3	5Gy以上	脱毛、発赤、びらんなどの可能性を説明する (18~20Gyで皮膚壊死、潰瘍形成の可能性)

放射線障害が生じた場合の対応に関する事項

通常の診療では起こりません

IVRや放射線治療の分野で起き得る

(但し、人間違いでCTを行ったり、部位を間違えて撮像した場合には、丁寧な対応が必要です。CTでは、放射線障害の心配はまずありません。)

ICRPの防護の3原則

国際放射線防護委員会（ICRP）の防護の三原則

- 正当化
- 防護の最適化
- 線量限度の適用



防護の正当化

正当化とは

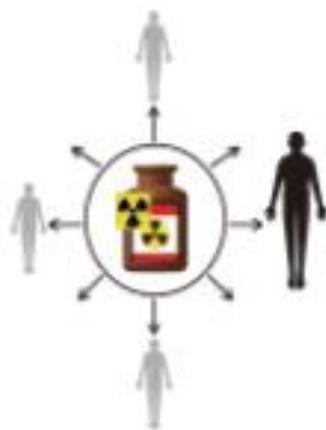


出典：ICRP Publication 103「国際放射線防護委員会の2007年勧告」The International Commission on Radiological Protection（国際放射線防護委員会）、2007より作成

防護の最適化

個人の被ばく線量や人数を、
経済的及び社会的要因を考慮に入れた上、
合理的に達成できる限り低く保つことである。

この原則を**ALARA** (**A**s **L**ow **A**s **R**easonably **A**chievable)
アララの原則という



- ・線量拘束値
- ・参考レベル

線量限度は計画被ばく状況に適用される

○職業人（実効線量）

1年間 50 ミリシーベルト かつ

5年間 100 ミリシーベルト

○一般公衆（実効線量）

1年間 1 ミリシーベルト

（例外）医療被ばくには適用しない

- ・ 個々のケースで正当化
- ・ 防護の最適化が重要

かつ

ICRP
Annals of the ICRP

ICRP Publication 103

The 2007 Recommendations of the International
Commission on Radiological Protection

患者さんに提供すべき情報とは？

医師が必ず説明すべき事(情報提供)

1. 何の検査を行うか (X線を使う事を周知)

2. 何のために検査を行うか (検査の必要性)

検査で何を知りたいか/分かること事が期待されるか

その結果が診断や診療にどう影響するか

3. 正当化

利益が不利益を上回る

4. 放射線の線量やその影響

発がんリスク

IVRでは組織反応の可能性

5. 最適化

情報提供にて注意すべき事

1. 放射線のリスクを強調しすぎない
必要な検査が忌避され、患者さんの利益を損なう事になる
2. 患者希望で正当化されない検査は避ける
放射線検査の不利益を知らない事がある

CT検査を受けられる方へ

-放射線の影響について-

あなたの体を詳しく調べるため、CT検査を行うことになりました。
CT検査では放射線を用いて、体内の様子を細かく写真にとる事ができ、
様々な病気や怪我の状態を知ることができます。

「放射線のことが心配で検査を受けなかったために、あなたの病気
や怪我の状態がわからず、症状がよくなるらない」ということは、最も
避けなければなりません。

放射線のことが心配なときは、担当医師とよく相談し納得したうえで
検査を受けてください。

*放射線が体に及ぼす影響について

受けた放射線の量が100ミリシーベルト未満であれば、放射線検査を受けた人も受けなかった人も、**発がん率や遺伝的な影響の差はない**と言われてています。

*CT検査で用いる放射線の量について

通常のCT検査で100ミリシーベルトを超えることはありません。
お子様の場合は、**体格を考慮して大人よりも少ない放射線の量で撮影**するようにしています。

患者さんへの説明

(医師、看護師、事務員、放射線技師)

当院では、あなたにとって有益となるX線検査のみを行っており、可能な限り放射線被曝を低くする努力を行っています。

安心してX線検査を受けてください。

参考／出典資料

厚労省「医療放射線の安全管理のための指針(案)について」

環境省「放射線による健康影響などに関する統一的な基礎資料」

国際放射線防護委員会(ICRP) 2007年勧告

医療スタッフの放射線安全に係るガイドライン

独立法人放射線医学総合研究所「被ばく医療セミナー資料」等

Thank you for your attention!