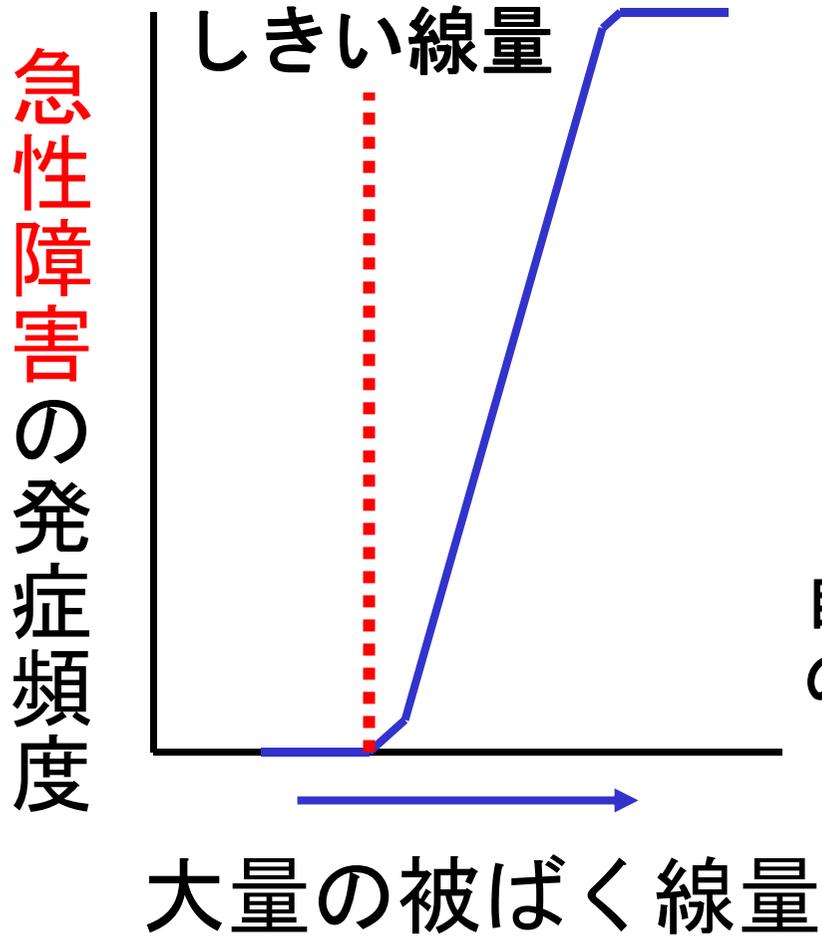
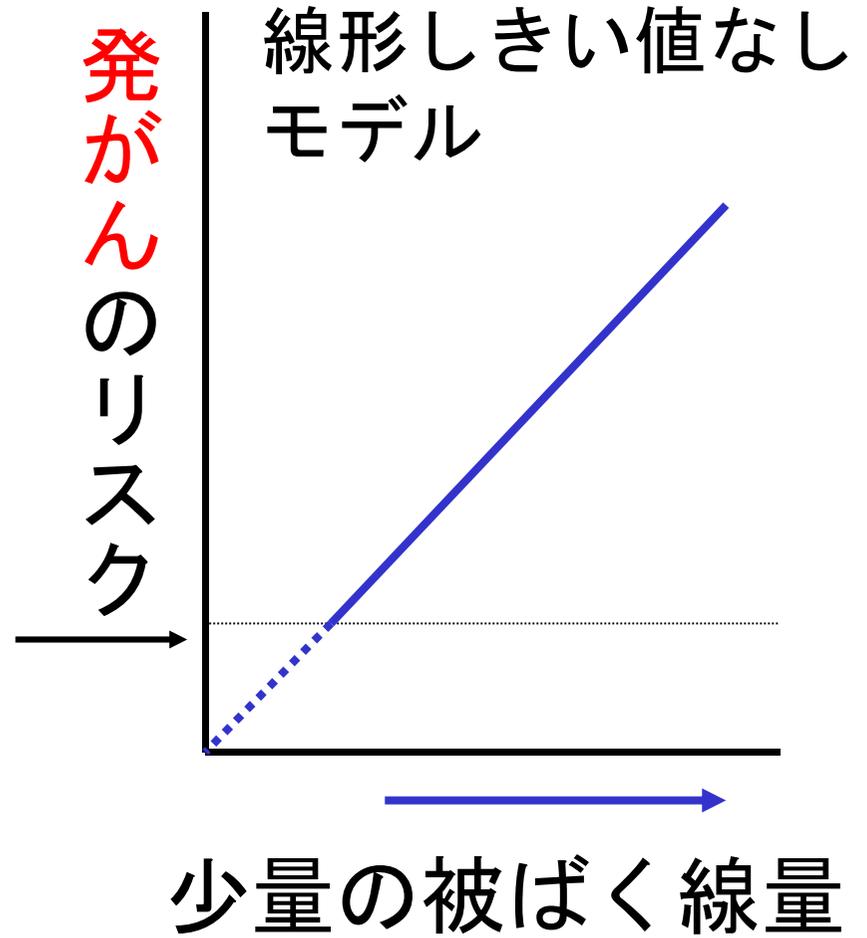


急性障害と発がん影響

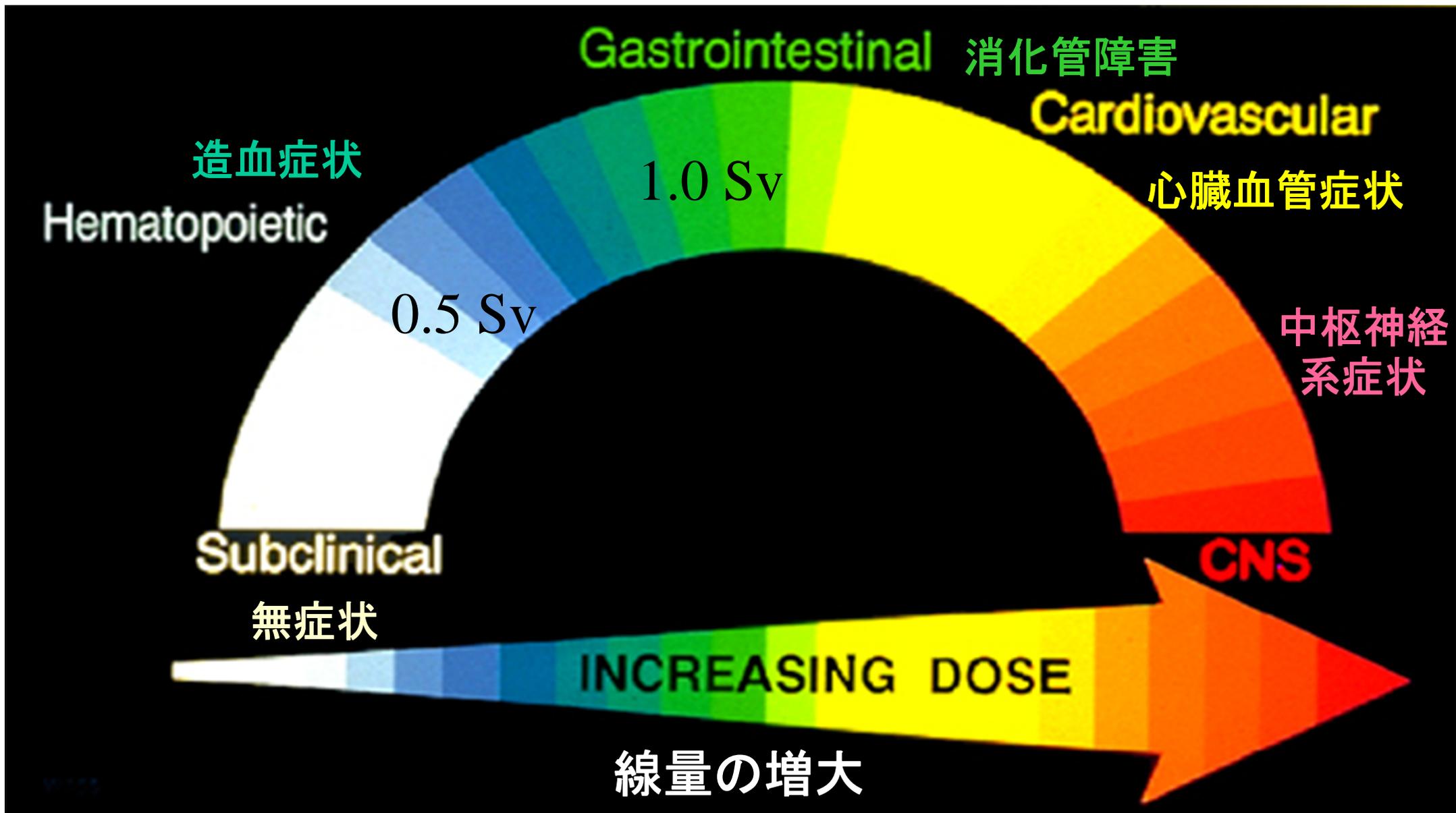


確定(非確率)的影響

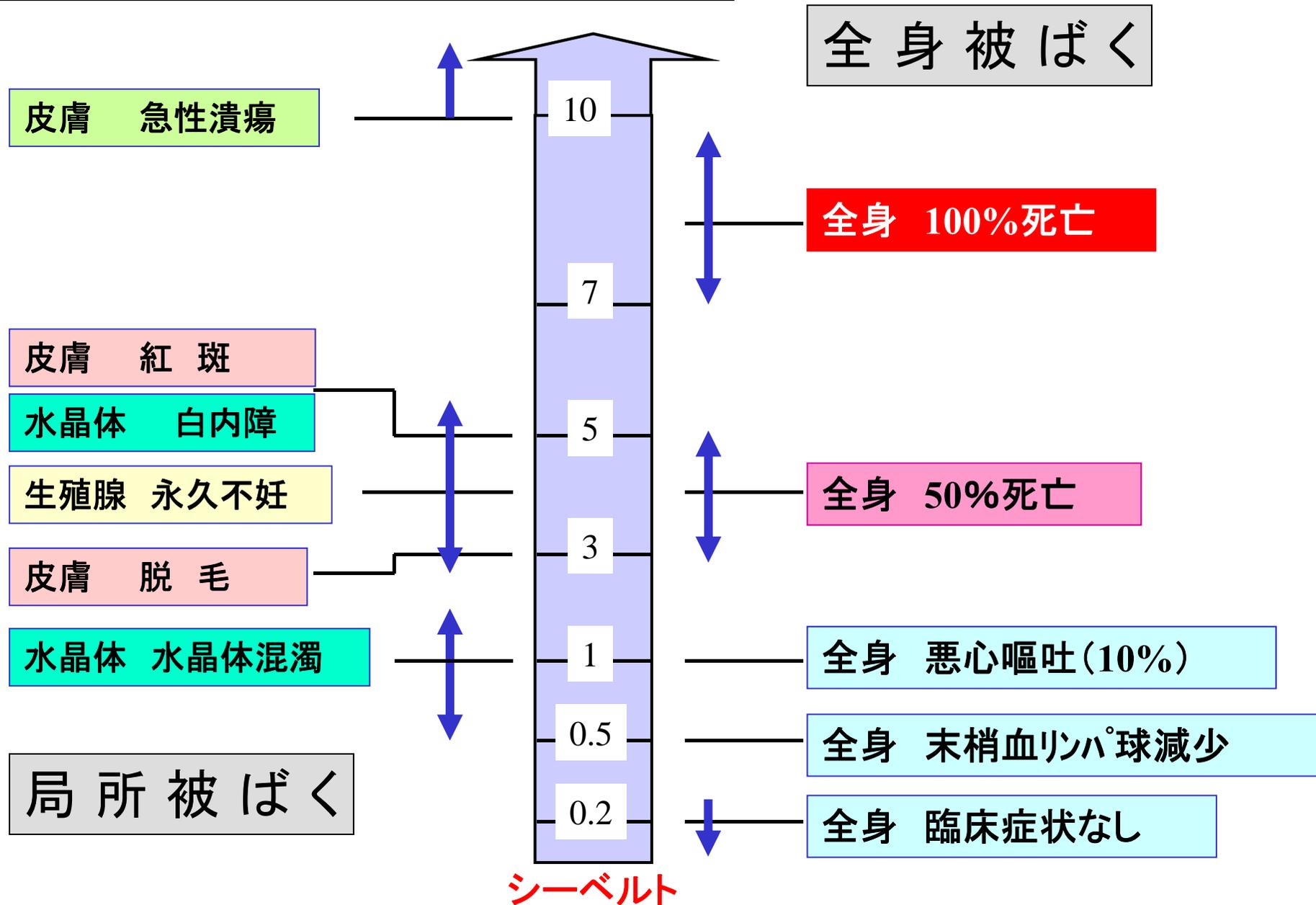


確率的影響

急性放射線症：被ばく線量と症状



急性の放射線障害



急性放射線症の基本的治療法

IAEA/WHO Safty reports Series No.2 改変

全身被ばく線量	1~2 Gy	2~4 Gy	4~6 Gy	6~8 Gy	>8 Gy
ARSの重症度	軽 症	中 等 症	重 症	非常に重症	致死的
医療対応 と 治 療	1月間外来 経過観察	入院 できるだけ早く無菌室にて隔離			
		できるだけ早く G-CSF / GM-CSF の投与開始	IL3 + GM + CSF G-CSF + EPO + TPO		
		広域スペクトルの抗生物質(潜伏期が終わる頃より開始) 抗真菌剤と抗ウイルス剤(必要に応じて)、SDD(6Gy以上で)			
		成分輸血、必要に応じ血小板、赤血球			
		完全非経口的栄養(第1週より) レーグルタミン、エレメンタリーダイエットの経鼻経管投与 代謝の補正、脱毒素(必要に応じて)			HLA合致同種幹細胞 移植(第1週)
		血漿交換(必要に応じて第2ないし第3週) DICの予防(必要に応じて第2週)			

G-CSFF: 顆粒球コロニー刺激因子、GM-CSF: 顆粒球マクロファージコロニー刺激因子

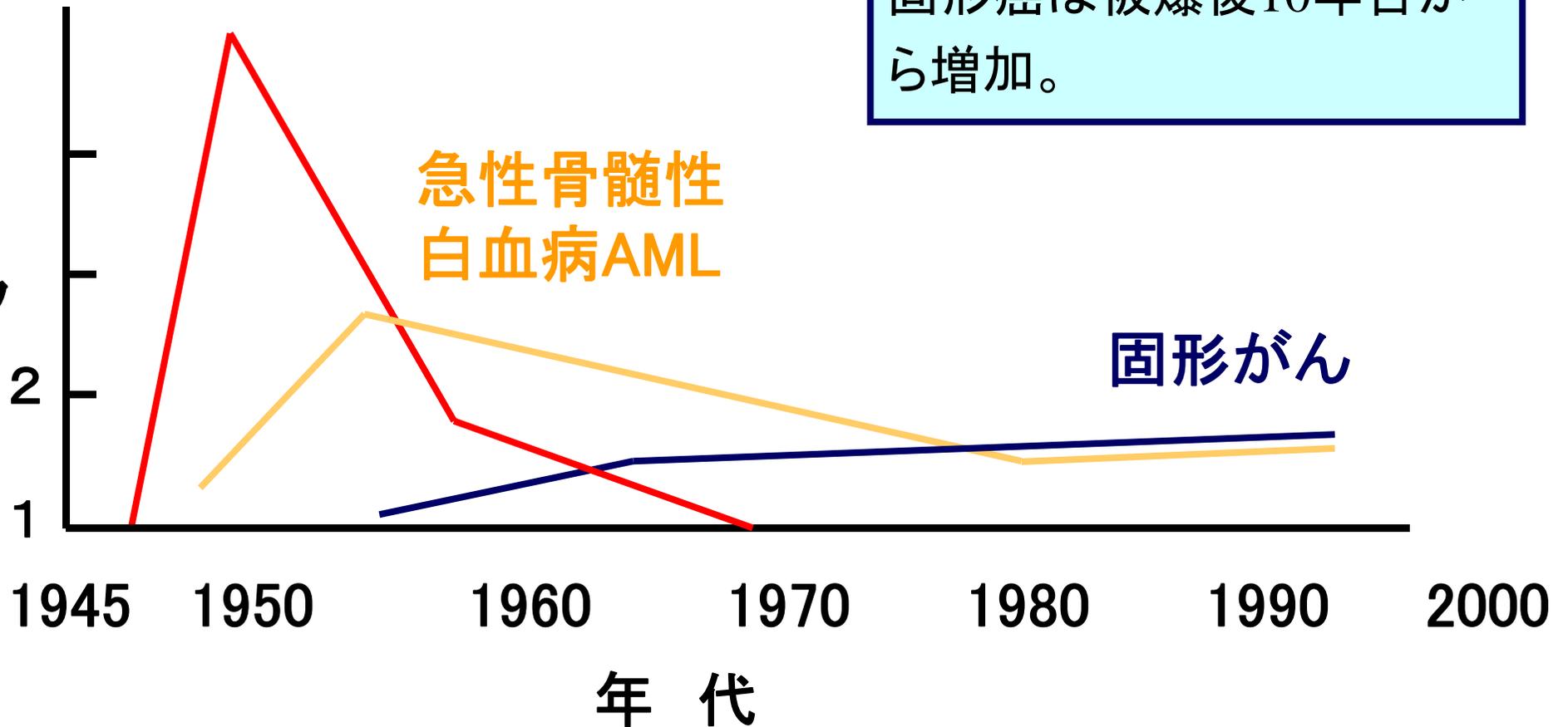
IL-3: インターリューキン3、EPO: エリスロポイエチン、TPO: トロンボポイエチン

原爆被ばく後の疾病増加パターン

急性リンパ性白血病 ALL
慢性骨髄性白血病 CML

被爆後2～3年で白血病が増加、5～10年でピーク。
固形癌は被爆後10年目から増加。

過剰
相対
リスク



チェルノブイリ事故の健康被害状況 I

大量被ばく作業者の急性放射線障害(134名)

- 大量被ばく患者134名中、**直後(3ヵ月以内)に28名が死亡**
- 1987から2004年の間、19名が種々の原因で死亡

緊急事態作業員登録リストの追跡調査(約24万人)

- **固形がんで116名、心血管系疾患で110名が死亡**
- **白血病での死亡が24例報告(平均被ばく線量:115mSv)**
- **ウクライナ除染作業員では、18例急性白血病で死亡(120~500mSv)**
- **高線量(1Sv以上)の被曝群で、白血病と白内障の罹患率が上昇**

「原子放射線の影響に関する国連科学委員会

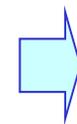
(United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation; UNSCEAR)」の2008年報告書

チェルノブイリ事故の健康被害状況 II

約5000例の小児・青年期甲状腺癌患者では、16名死亡(0.3%以下)

- ・ チェルノブイリ事故数年後から、小児甲状腺の罹患率上昇
- ・ **悪性度の低い乳頭状腺癌**(死亡は少ない、術後99%は生存)
- ・ 内部被ばくによる甲状腺癌発生リスクは、外部被ばくの約半分
- ・ 1万人の子供が100mSvの甲状腺被ばくを受けた場合、数年後より毎年0.2名(5年に1人)の甲状腺癌が増加
- ・ 白ロシア/ウクライナは元々ヨウ素欠乏地域で、その寄与もある？

高線量地域 60万人では、約4000例の固形癌
低線量地域500万人では、約5000例の固形癌

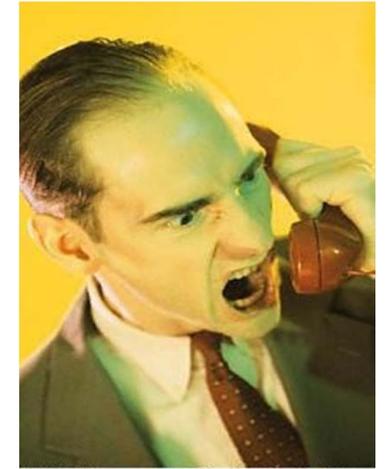


因果関係や本当の数は
正確に予測できない！

自然放射線の数倍の低線量(0.3mSv[ベラルーシ、ロシア、ウクライナ住民]~30mSv[避難民])被ばく者の生活は事故により障害されたが、放射線医学的立場からは個々人の健康は問題にはならない。

放射線恐怖症の定義

X線やラジウムの被害に対する
病的な不安や恐怖



チェルノブイリ原発事故後の恐怖反応

『…何ヶ月あるいは何年間にもわたって、人々は缶詰のみを食べて生活し、家を離れることもできず、マスクをつけて歩きまわっていた…（原文のまま）』

『…自殺という結果に至った個人
あるいは家族がいた…』



チェルノブイリ原発事故での放射線恐怖症

ヨーロッパにおける低線量の放射線による新生児の先天異常は、ほとんど認められなかった。しかし、不安と恐怖は次のことをもたらした。

- ・ 旧ソ連邦だけでなく、欧州各国で墮胎が増加
- ・ 四半期の出生数が事故後急激に減少
- ・ 放射線に対する過剰不安が国民を不合理的な健康行動に走らせた

- ・ ノルウェー： 3ヶ月後、妊娠率が減少した
- ・ デンマーク： 法律上の流産が増加した
- ・ イタリア： 5ヶ月後、人工流産が増加した（20 ~ 52/日）
- ・ スウェーデン： 合法的な墮胎が増え、事故後の妊娠率が減少した

チェルノブイリ事故後の墮胎の増加

- 旧ソ連邦だけでなく、欧州各国で墮胎が増加
- WHOは、原爆被爆者の疫学調査を根拠に100mSv未満の胎児被ばくで墮胎は容認されないとの緊急声明

風評被害コントロールは、リスクの周知徹底と受容で克服！

広島原爆胎内被爆者の追跡結果： 胎児期8週～15週(25週)

0.1Sv以下では、異常なし。

0.4Sv以上で小頭症・脳発達障害・知能障害。

放射性核種による汚染時の選択薬剤 (1)

核種	直後の処置	考慮すべき薬剤	注意
アメリシウム (α) (Am) Americium	DTPA	DTPA, CaEDTA	可及的早期にキレート化を行う。 DTPAが入手困難ならば CaEDTAを用いる。
セシウム (β, γ) (Cs) Caesium	プルシアンブルー、 洗浄、下剤	プルシアンブルー、 $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$	半減期が30年と長く、環境中に 長らく留まる。体内から約100日 の半減期で排泄される。
コバルト (β, γ) (Co) Cobalt	洗浄、下剤	大量被ばくでは、ペニ シラミンが考慮。	コバルト塩は不溶性であるから 飲んだ場合は、特に治療は要し ない。
ヨウ素 (β, γ) (I) Iodine	KI 投与	KI	できるだけ早くヨウ化カリウム 130 mg(ヨウ素として100 mg)を 飲ませる。
マンガン (X, γ) (Mn) Manganese	洗浄	DTPA 特にCaDTPA	陰イオンとして存在するMnは治 療不可能。

放射性核種による汚染時の選択薬剤（2）

核種	直後の処置	考慮すべき薬剤	注意
プルトニウム (α, γ) (Pu) Plutonium	DTPA	DTPA、 CaEDTA、 DFOA	DTPAが入手困難ならば、CaEDTAを用いる。早期にはDFOAも用いられる生物学的半減期は、肝で40年、骨は100年である。フィルムバッジでは測定できない。
ルテニウム (β) (Ru) Ruthenium	洗浄、下剤	クロールサイアザイド、 DTPA	クロールサイアザイトは尿中排泄を増す。DTPAの効果は一定しない。
トリウム (α, γ) (Th) Thorium	DTPA	DTPA DFOA	DTPA、DFOAは可溶性成分に有効で、排泄を増加。二酸化ナトリウムには、有効な治療はない。
トリチウム (β) (H) Tritium	洗浄 多量の水分を採 らせる	利尿剤	

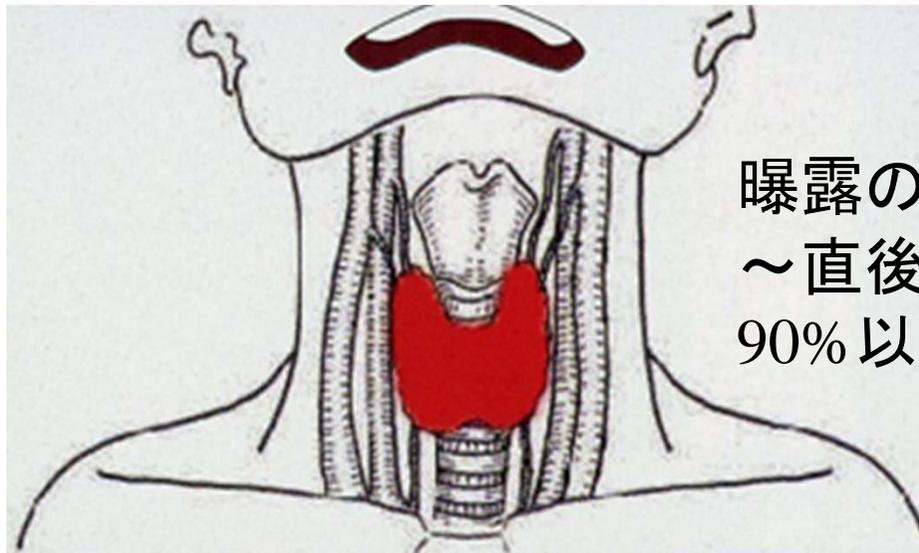
原子力事故時における安定ヨウ素剤の作用機序

甲状腺蓄積の放射性ヨウ素は、
チェルノブイリ事故では約90%が飲食に由来

放射性ヨウ素

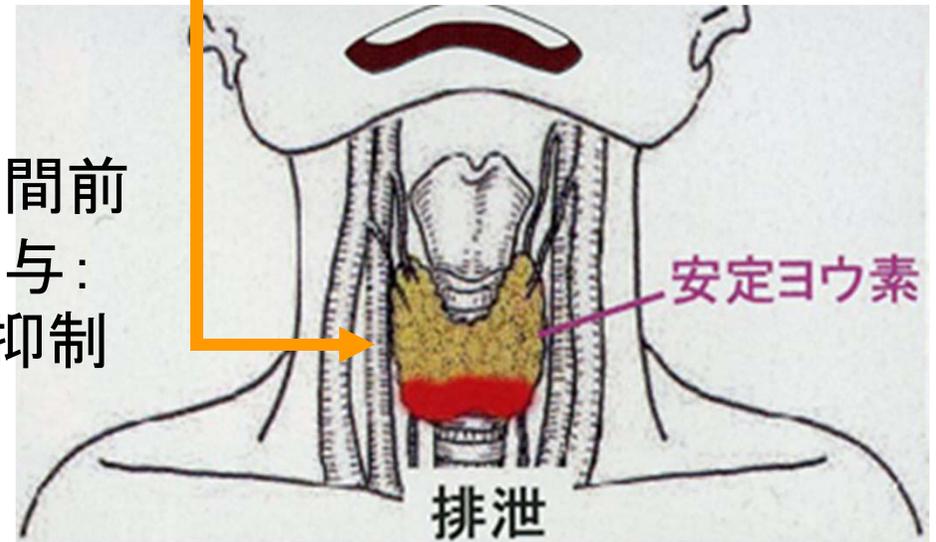
安定ヨウ素剤

新生児: 12.5 mg (水剤)
3歳未満: 25 mg (水剤)
3歳以上: 38 mg (水剤)
小学生: 38 mg (丸薬2丸)
中学生以上40歳未満: 76mg (丸薬2丸)



曝露の24時間前
~直後の投与:
90%以上を抑制

安定ヨウ素剤を服用せず



安定ヨウ素剤を服用

安定ヨウ素剤の服用基準：国際機関の趨勢

IAEA (国際原子力委員会) の推奨

「実効性の理由」から、性別、年齢に関係なく、**回避可能な**
甲状腺の被ばく線量 100 mGy

WHO 2000年ガイドライン (甲状腺の回避線量)

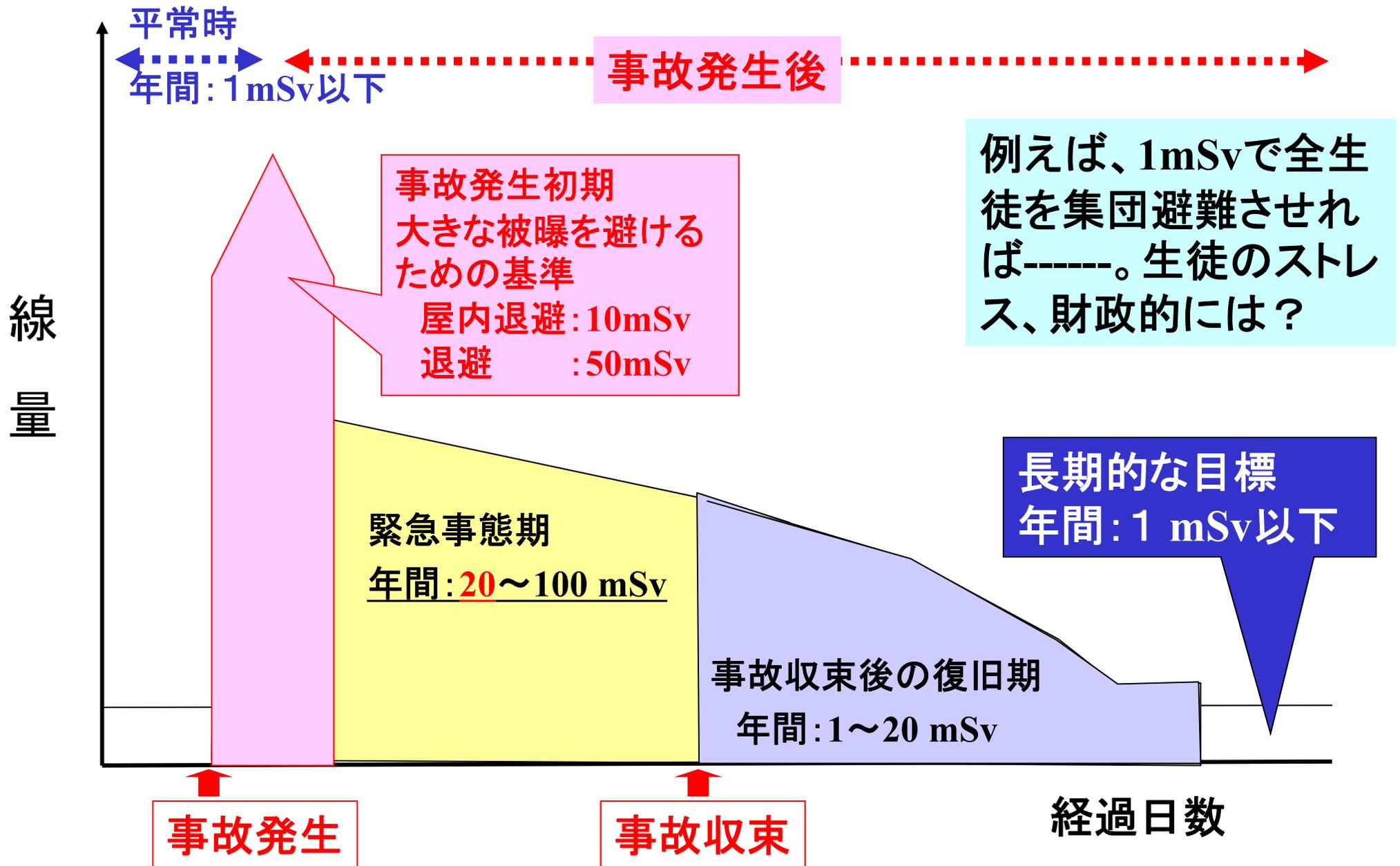
0-18歳および妊婦、授乳中の母親： 10 mGy

19-40歳： 100 mGy

41歳以上： 40歳以上には投与しないこと、ただし確定的影響
がでる 5 Gy以上では投与可

- **回避可能な被ばく線量** = 「防護措置をしなかった時の被ばく線量」
— 「防護措置をした時の被ばく線量」
- **予測線量** = 防護をせずに屋外に居続けた仮定したときの線量
(甲状腺への線量は小児で最大になる)

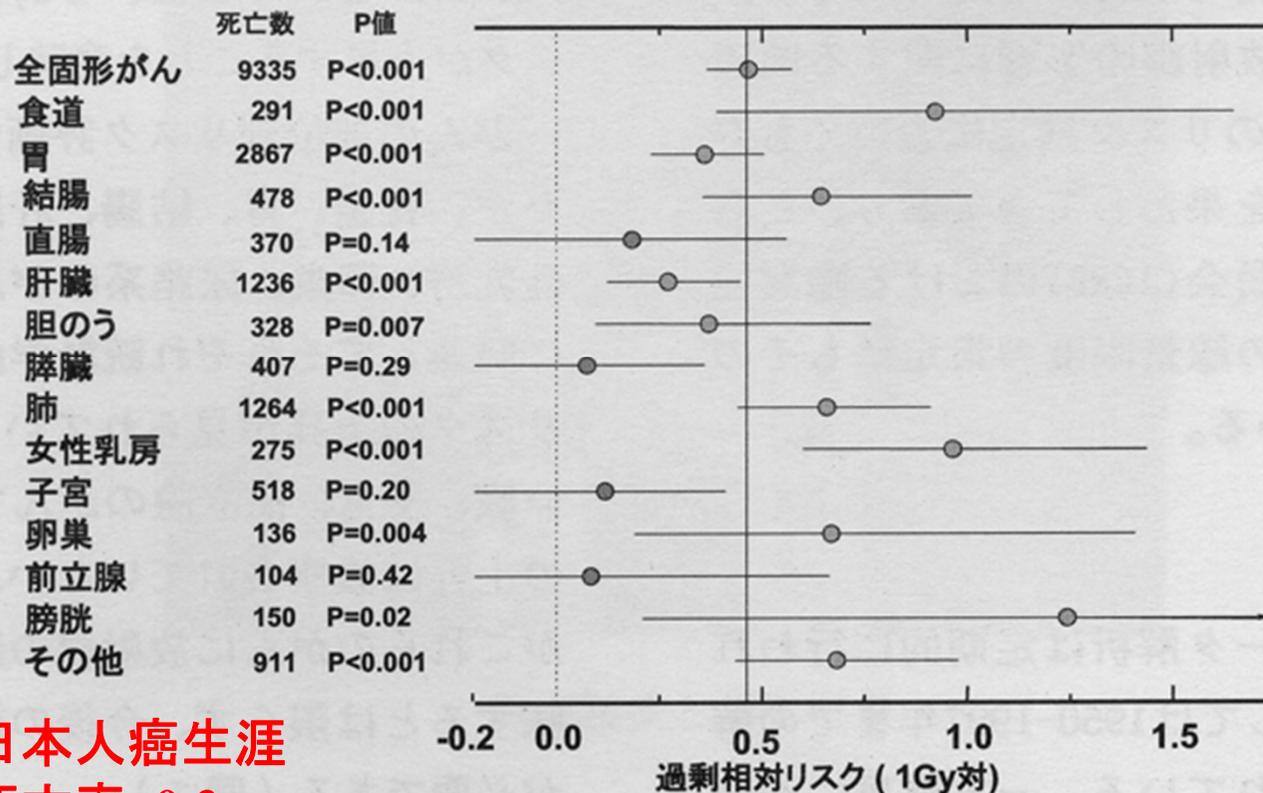
2007年国際放射線防護委員会 (ICRP) の放射線防護の考え方



広島・長崎での被ばく後の長期晩発影響について

1950年から約12万人からなる固定集団(寿命調査集団)を設定して、死亡追跡調査を47年間実施。被ばく放射線量の増加とともに、がんリスクの上昇が観察され、しかも現在もリスクの上昇が続いている。

図1. 1Gy被ばくあたりの部位別がん死亡過剰相対リスクと90%信頼区間(寿命調査, 1950-97)



日本人癌生涯
死亡率:0.3

(Preston DL et al. Radiat Res 2003;160:381-407)

30歳時被ばく者 1Gy被ばく(結腸線量)あたりのがん死亡の相対リスク
男:0.37
(90%CI:0.26—0.49)
女:0.63
(90%CI: 0.49—0.79)

食道、胃、結腸、肝臓、胆のう、肺、女性乳房、卵巣、尿路系のがんで、統計学的に有意にがん死亡が高い

チェルノブイリ原発事故と癌のリスク

The Chernobyl disaster: Cancer following the accident at the Chernobyl nuclear power plant. Epidemiol Rev 27: 56-66, 2005. より、一部改変

被ばく集団	甲状腺癌	白血病	その他の癌
「緊急事態」作業従事者	?	+?	0
汚染地域住民			
小児	+++	-?	0
子宮内被ばく	+?	+?	0
成人	-	-	-

+: リスク増加、-: 関連なし、0: データなし、?: 未

チェルノブイリ原発事故から25年が経過したが、いまだ健康被害の全容が明らかにされていないわけではない。福島原発事故においても健康被害は長期間の検討が必要である(100mSv以下は困難か?!)。