

平成 23年 6月 23日
平成 23年度岐阜県食品衛生監視員等研修会

放射線の基礎知識 —放射線被ばくを中心に—

社団法人 岐阜県放射線技師会
岐阜大学医学部附属病院 放射線部
岡田 富貴夫



放射線の歴史

放射線とは

放射線の人体への影響

東日本大震災

(社)日本放射線技師会

放射線サーベイヤー第5次派遣隊（岐阜県）

食品中の放射性物質の飲食物の暫定規制値

1895年

X線を発見

ヴィルヘルム・コンラート・レントゲン
Wilhelm Conrad Röntgen
(1845~1923)
1901年
第1回ノーベル物理学賞受賞

数学の未知の数「X」の文字
からX線と命名

1896年

ウランの放射能を発見

アンリ・ベクレル
Henri Becquerel
(1852~1908)
1903年
ノーベル物理学賞受賞

1898年

放射能が原子の崩壊であることを証明
 α 線、 β 線の発見

アーネスト・ラザフォード
Ernest Rutherford
(1871~1937)
核物理学の父
1908年ノーベル化学賞受賞

ラジウム・ポロニウムを発見

マリー・キュリー／ピエール・キュリー夫妻
Marie Curie (1867~1934)
Pierre Curie (1859~1906)
1903年
ノーベル物理学賞受賞
Marie Curie (1867~1934)
1911年
ノーベル化学賞受賞

1900年

γ 線の発見

P. ヴィラールが観測
ラザフォードにより命名

1930年

中性子の発見

1938年

核分裂の発見

1942年

人工の原子炉

1955年

X線TV装置（日本）

1963年

動力試験炉運転開始による日本の原子炉発電開始

1968年

X線CT装置の開発

1971年

福島第一原子力発電所1号機運転開始

1980年

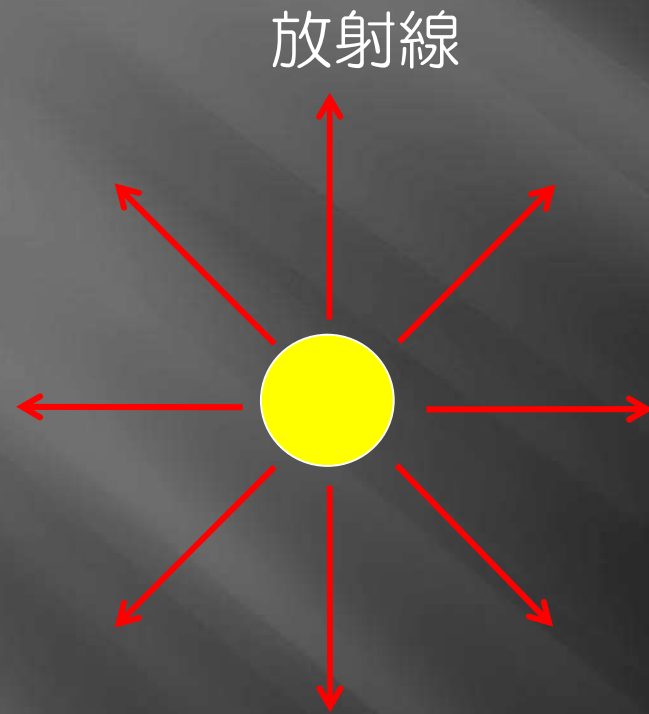
MRI装置 実用化

1995年

PET装置 実用化



放射能と放射線



放射線

放射性物質
半減期：放射能の量が $1/2$
になるまでの時間

放射能：原子が放射線を出して
他の原子に変わる能力

放射線の種類

電磁波放射線

- X線（原子核外の現象に伴って出る）
- γ 線（原子核のエネルギー状態の変化に伴って出る）

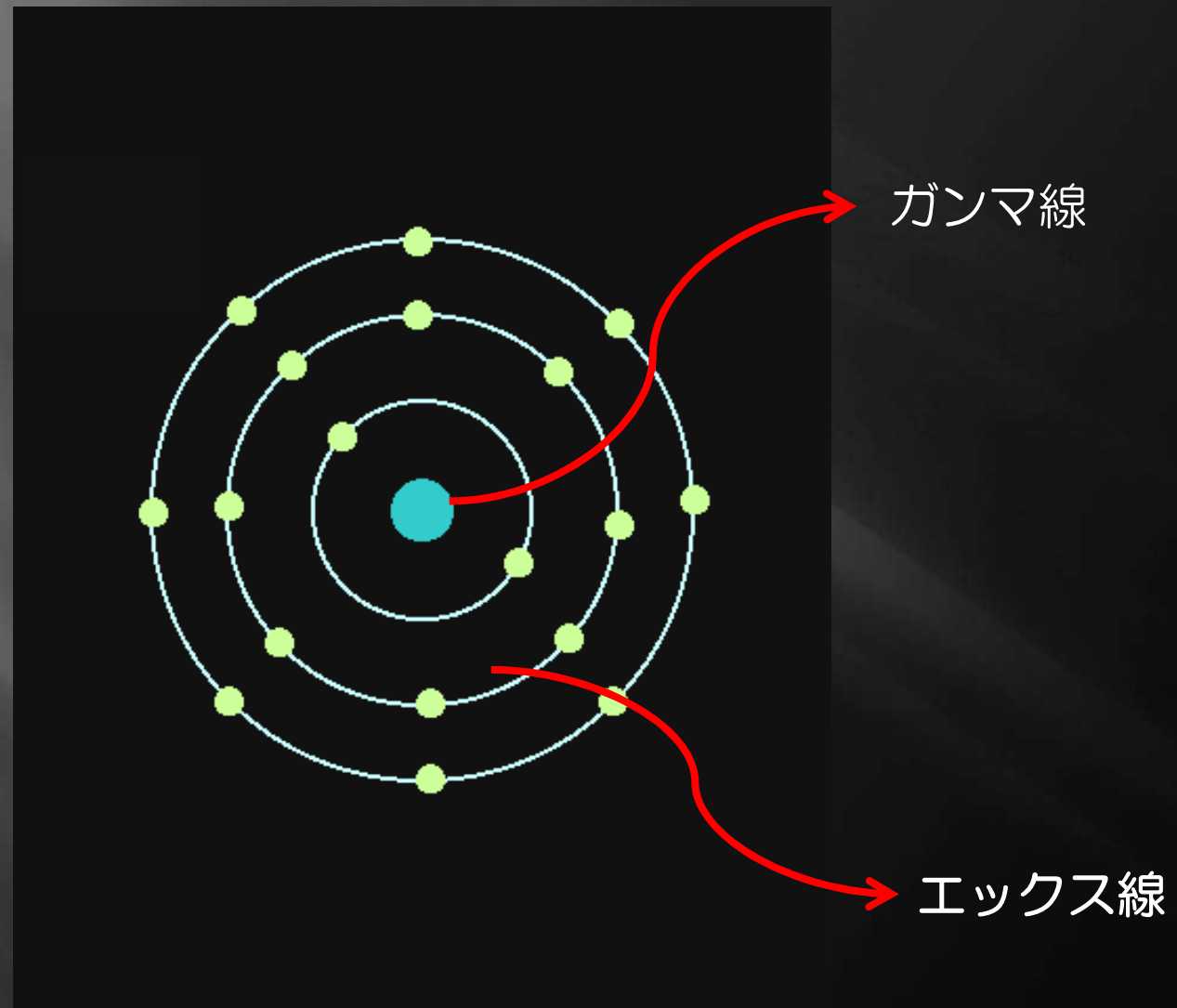
電気をもった
粒子線

- β^- 線（原子核から放出される陰電子）
- β^+ 線（原子核から放出される陽電子）
- 電子線（加速器でつくられる）
- α 線（原子核から放出されるヘリウム原子核）
- 陽子線（加速器でつくられる）
- 重陽子線（加速器でつくられる）
- 種々の重イオンや中間子線（加速器でつくられる）

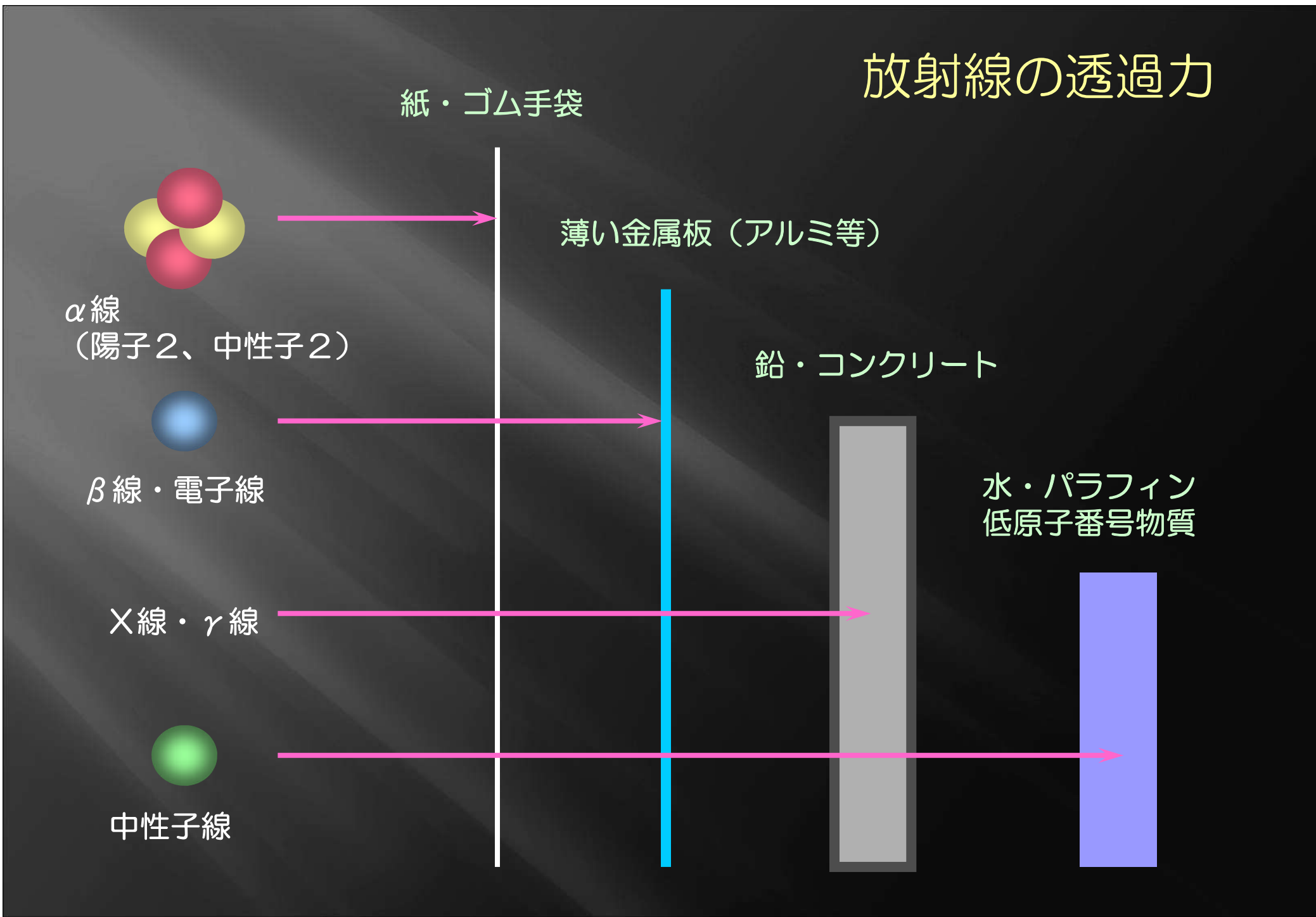
電気をもたない
粒子線

- 中性子線（原子炉、加速器、ラジオアイソトープなどを利用してつくられる）

エックス線とガンマ線



放射線の透過力



放射線の単位

Bq : ベクレル 放射能の単位

放射性物質のうち1秒間に何個の原子が壊変（放射線を出して他の原子に変わること）するかを示す

(Ci : キュリー : 旧単位 $1\text{Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{Bq} = 37\text{GBq}$)

Gy : グレイ 物質の放射線による吸収線量

物質に放射線がどれくらいエネルギーを与えたかを示す単位

Sv : シーベルト 線量当量 放射線による生物学的な影響を示す単位

線量当量 (Sv) =

吸収線量 (Gy) \times 放射線荷重係数 \times 組織荷重係数

$1\text{Sv} = 1,000\text{mSv} = 1,000,000\mu\text{Sv}$

放射線に対する防護

1. 全身被ばくと局所被ばく 放射線量による障害の違い

全身被ばく	自然放射線	
局所被ばく	X線写真・CT撮影等	
内部被ばく	137-セシウム（筋肉等に集積）	全身被ばく
	放射性ヨウ素（甲状腺に集積）	局所被ばく

2. 外部被ばく

放射線に直接あたっている時にのみ被ばく
放射線の種類による影響の違い

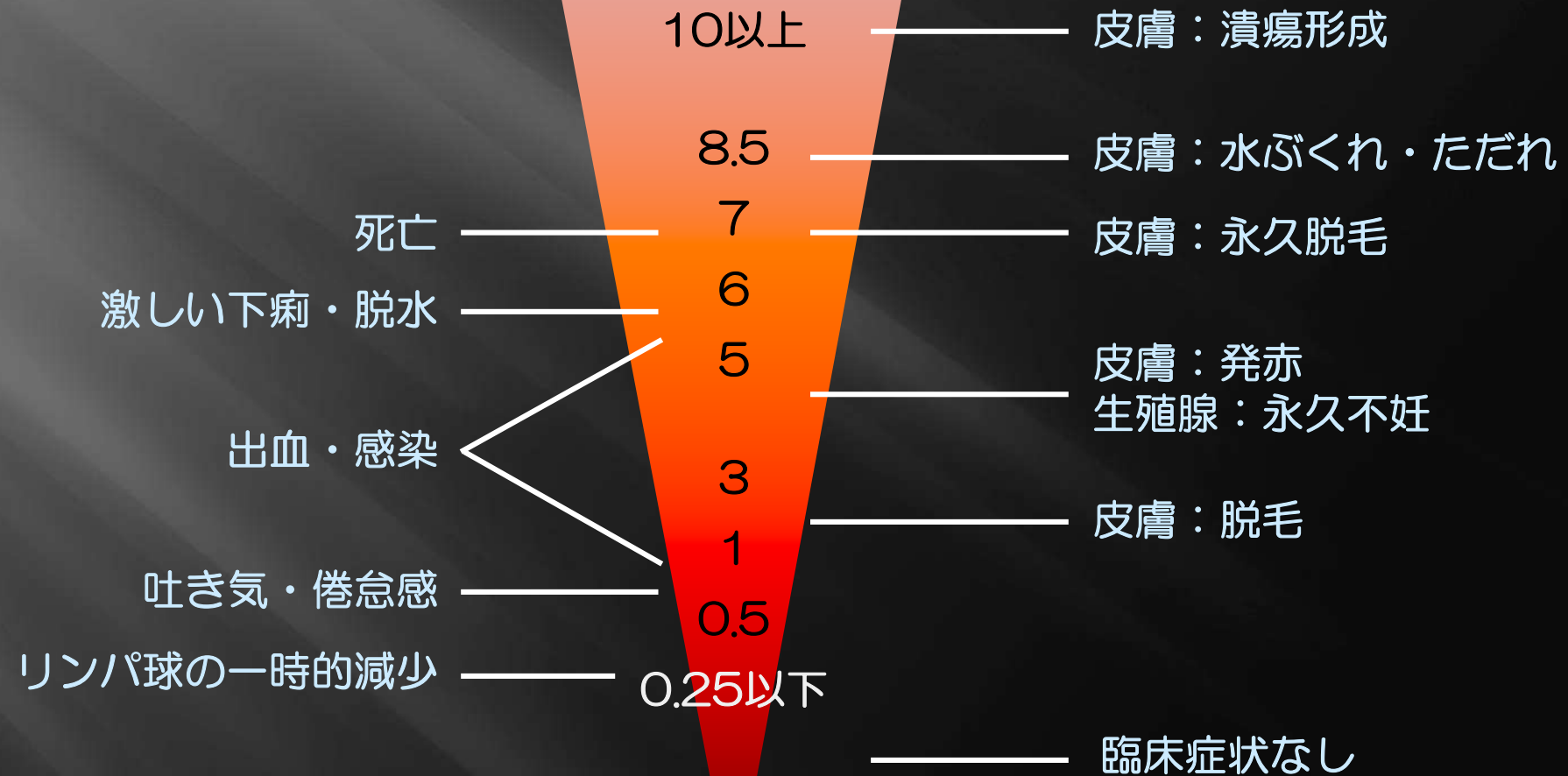
3. 内部被ばく

飲食・吸入・傷口等から体内に入り、全身又は局所に集積
物理的な減衰と生物学的な減衰により減少
放射線の種類による影響の違い

全身被ばく

局所被ばく

被ばく線量
Sv



災害対策本部設置の目安 (参考) 0.05
住民への防護対策開始 (参考) 0.01

放射線障害の分類

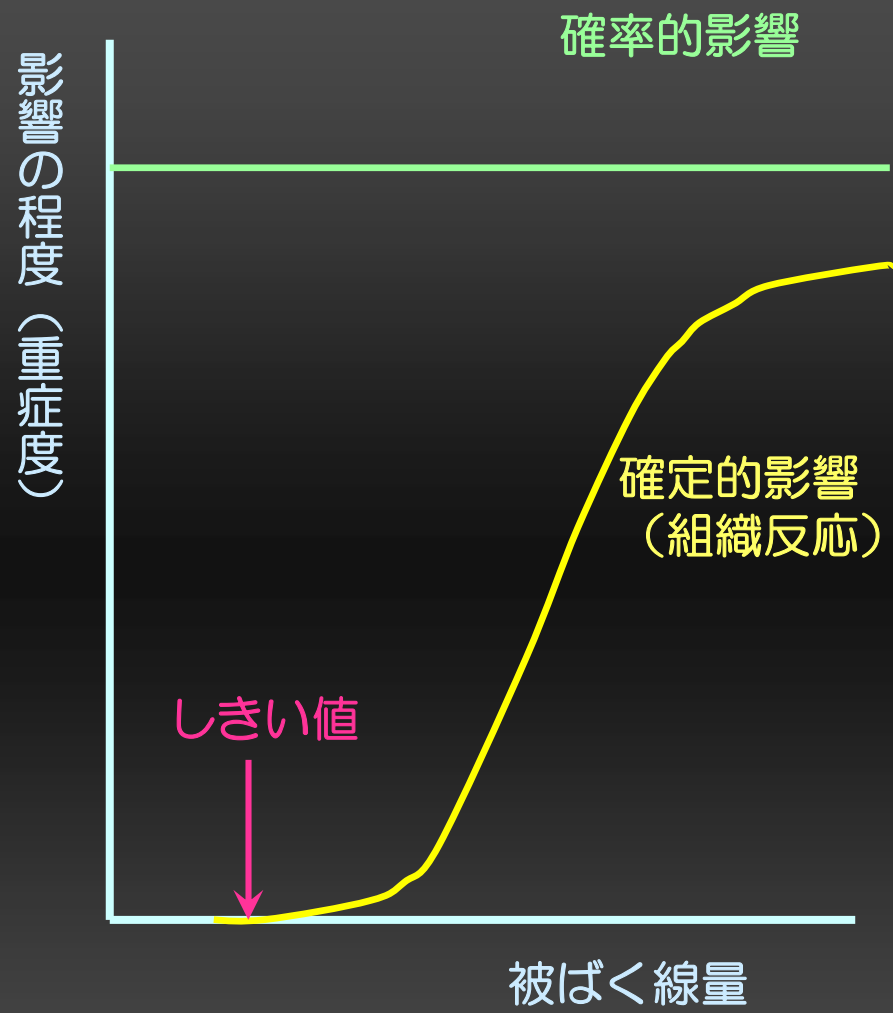
放射線障害	身体的影響	急性障害	急性放射線症候群 皮膚の障害 脱毛 不妊など	確定的影響 組織反応
		晩発性障害	白内障 胎児の影響	
			白血病 がん	確率的影響
	遺伝的影響	代謝異常 軟骨異常 遺伝病など		

放射線障害

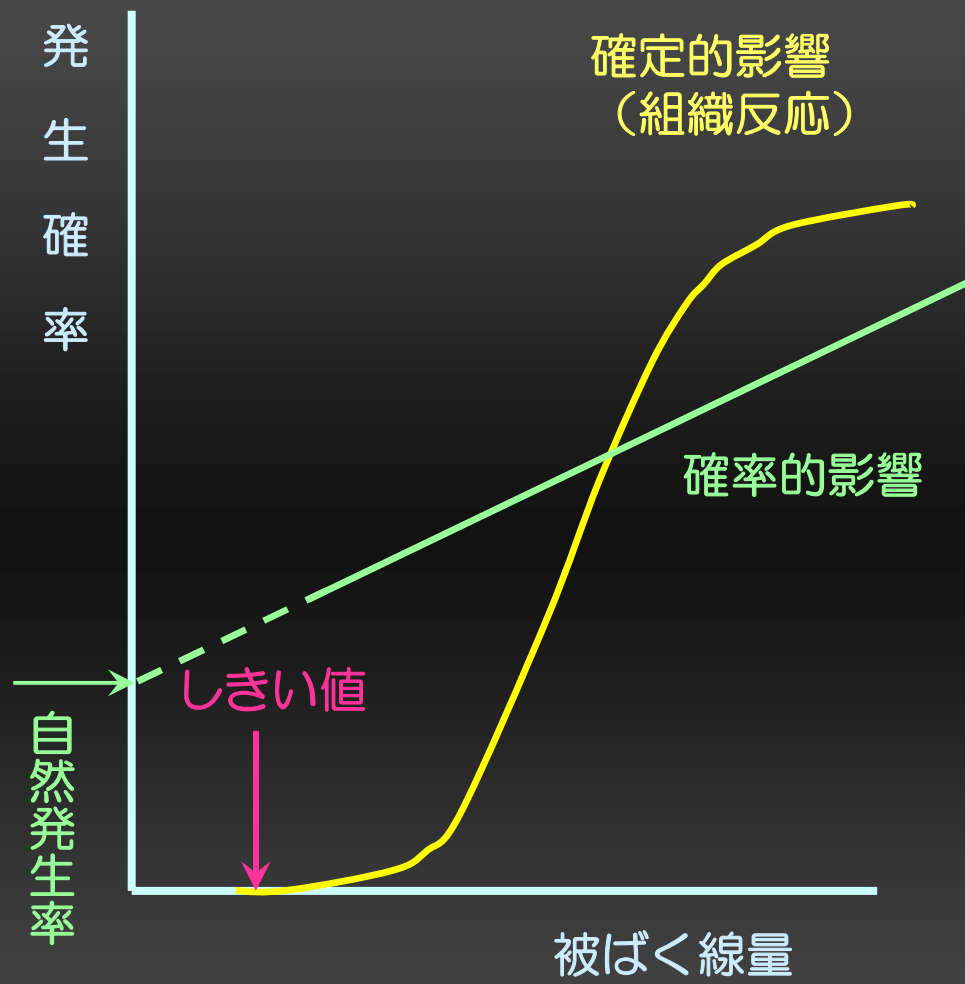
1. 急性障害 : 放射線を受けた部位及び線量によって異なった症状として現れる。
2. 晩発障害 : 潜伏期をもって障害が発生する。
(症状は放射線特有のものではない)
3. 遺伝的影響 : 放射線による遺伝的影響の発生は人間では確認されていないが考えられる。

被ばく線量による影響のあらわれ方

- a. 確率的影響 : 被ばく線量が大きくなるにつれて影響の発生確率が大きくなり、あらわれる影響の程度(重症度)は被ばく線量に関係ない。
- b. 確定的影響
組織反応 : しきい値をもち、しきい値をこえた放射線を受けた場合には、線量が大きくなるにつれて影響の程度(重症度)が重くなり発生確率も大きくなる。

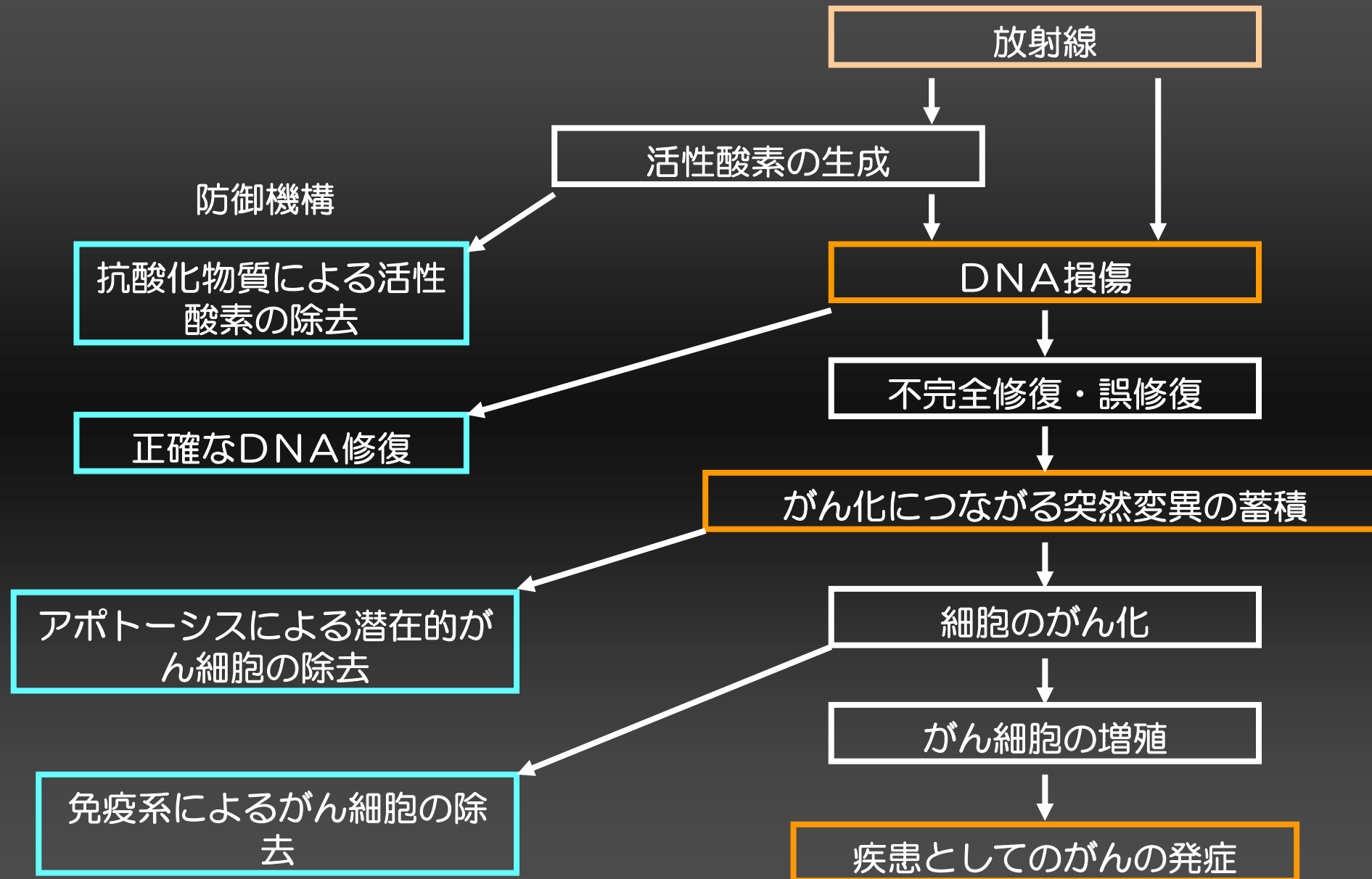


影響の程度(重症度)と被ばく線量との関係



影響の発生確率と被ばく線量との関係

発がんに至る複数のステップと発がんに抑制的にはたらく防御機構



診断領域のX線による傷害と閾値線量

Publ.85 (改変)

1%発症量
閾値線量(mGy)

発現までの期間

		1%発症量 閾値線量(mGy)	発現までの期間
皮膚	一過性初期紅斑	2000	2~24時間
	一過性脱毛	3000	~3週間
	紅斑	6000	~1.5週間
	永久脱毛	7000	~3週間
	乾燥落屑	14000	~4週間
	湿性落屑	18000	~4週間
	遅発性皮膚壊死	12000 <	52週間以上
	潰瘍	24000	6週間以上
眼	水晶体混濁	1000~2000 <	5年以上
	白内障	5000 <	5年以上

・ 自然放射線量（世界平均）

宇宙線	0.38 mSv
大地からの放射線	0.46 mSv
Kなど体内放射能	0.24 mSv
空気中のラドンから	1.32 mSv
合計	2.40 mSv（年間）

高自然放射線地域

イラン ラムサール およそ6-10倍（年間） 226-Ra
ブラジル ガラパリ およそ4-8倍（年間） 232-Th

・ 人工放射線源（世界平均 UNCSEAR2000年報告）

放射線診断	0.4 mSv
大気圏核実験	0.005 mSv
チェルノブイリ事故	0.005 mSv
核エネルギー製造	0.002 mSv

体外放射線に対する防護

1. 時間

被ばく線量は、照射時間の長さに比例する。

2. 距離

被ばく線量は、線源からの距離の二乗に反比例する。
(距離の逆二乗則)

3. 遮へい

放射線の種類に適した、正しい遮へい物の使用。

α 線：紙やゴム手袋で遮へいが可能

β 線：1.0~2.0cmのプラスチック板で遮へい

ただし、高エネルギー β 線の場合は、ガラス、プラスチック、アルミ等原子番号の低い物質で一次遮へいを行い、さらに外側を鉛などで制動 \times 線の遮へいを行う

\times 線/ γ 線：一般的に鉛や鉄、コンクリートが使用される
(厚さは、エネルギーにより異なる)

主な核副生成物

	放射線	半減期	集積臓器
131-I	β^- , γ	8日	甲状腺
133-I	β^- , γ	20.9時間	甲状腺
137-Cs	β^- X(^{137m}Ba)	30.17年	筋 (カリウムと置換)
90-Sr	β^-	28.8年	骨
239-Pu 240-Pu	α (γ)	2万4千年 6570年	全身

東日本大震災
(社)日本放射線技師会
放射線サーベイヤー第5次派遣隊 概要



放射線サーベイヤー第5次派遣隊メンバー
隊長：岡田 富貴夫
（岐阜大学医学部附属病院）
副隊長：安田 鋭介
（大垣市民病院）
記録係：増田 豊
（岐阜県立多治見病院）
隊員：浅野 宏文
（木沢記念病院）
隊員：小瀬 尚輝
（木沢記念病院）



—避難所等における緊急被ばく医療活動—

財団法人原子力安全研究協会

スクリーニングレベル

体表面汚染密度 40 Bq /cm² → 13,000 cpm (¹³¹I)

全身推定線量 100 mSv

鼻腔汚染 1 KBq

甲状腺¹³¹I 3 KBq

東日本大震災での変更点 (平成23年3月14日)

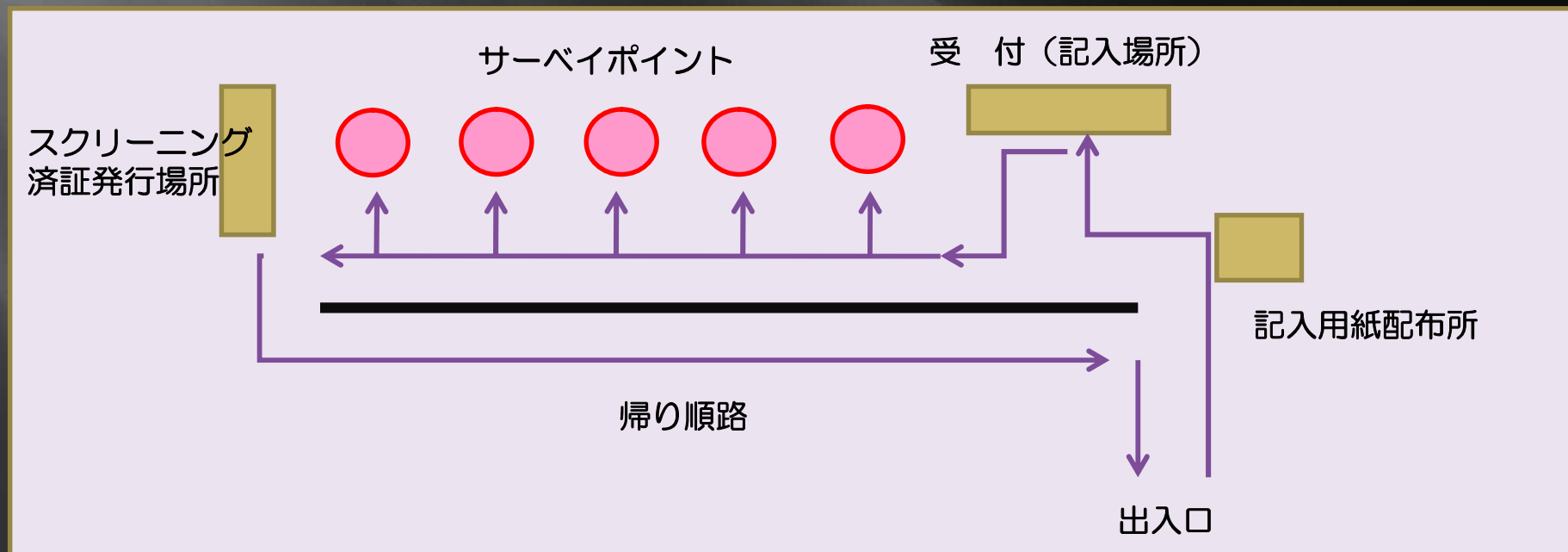
全身除染を行う場合の現行スクリーニングレベル 13,000 cpmを
100,000 cpmに変更する。

13,000 cpm以上、100,000 cpm未満の数値が検出された場合には、
部分的な拭き取り除染を行う。



サーベイ会場：田村市陸上競技場

陸上競技場トラック



スクリーニング測定記録票

ふりがな 氏名																												
男 明 女 大昭平	年 月 日生																											
現住所																												
検査日時 場所 測定者	年 月 日 (サイン)																											
サーベイメータの形式		身体汚染スクリーニング測定結果 (着用中の衣服を含む) 必要ならば図中にも記入																										
サーベイメータの管理番号																												
負傷	<input type="checkbox"/> 要 救急処置 <input type="checkbox"/> 要 介護 <input type="checkbox"/> 無	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">部 位</th> <th colspan="2">スクリーニング計数率</th> </tr> <tr> <th>以 上 (cpm)</th> <th>以 下</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A (頭部)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>B (顔(特に鼻腔))</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C (両肩)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D (両手の掌)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E (両手の甲)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>F (服及びスポンのポケット)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>G (その他)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	部 位	スクリーニング計数率		以 上 (cpm)	以 下	A (頭部)			B (顔(特に鼻腔))			C (両肩)			D (両手の掌)			E (両手の甲)			F (服及びスポンのポケット)			G (その他)		
部 位	スクリーニング計数率																											
	以 上 (cpm)	以 下																										
A (頭部)																												
B (顔(特に鼻腔))																												
C (両肩)																												
D (両手の掌)																												
E (両手の甲)																												
F (服及びスポンのポケット)																												
G (その他)																												
病 気 そ の 他 (妊 娠)	<input type="checkbox"/> 要 救急処置 <input type="checkbox"/> 要 介護 <input type="checkbox"/> 処置を要しない																											
安定ヨウ素剤の服用	有 (月 日 時) 無 (mg)																											
除染処置	<input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 不要																											
外部被ばく推定線量当量 全身 mSv ^{Eq}																												
観察	<input type="checkbox"/> 要 <input type="checkbox"/> 不要																											
スクリーニングレベル 換算の係数 バックグラウンド計数率	40Bq/cm ² (cpm B γ) Bq/cm ² /cpm cpm																											

注) SPEED I ネットワークシステム等のデータより被害者の居た地域と時間を参考にスクリーニングチームが記入する。

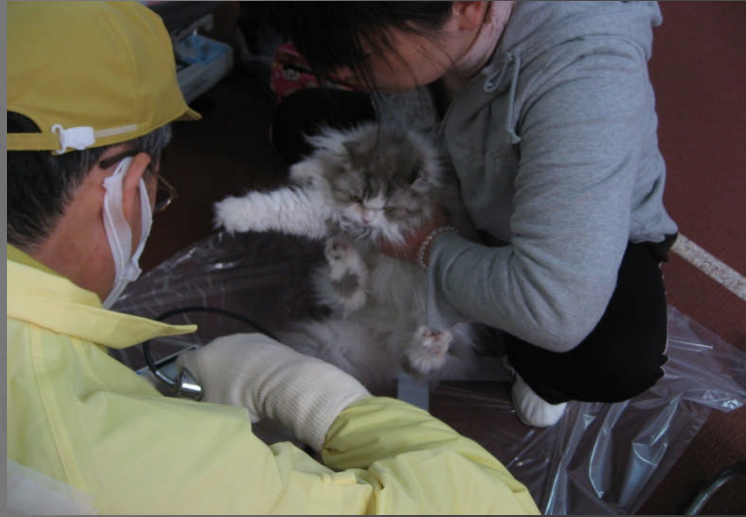
スクリーニング済証

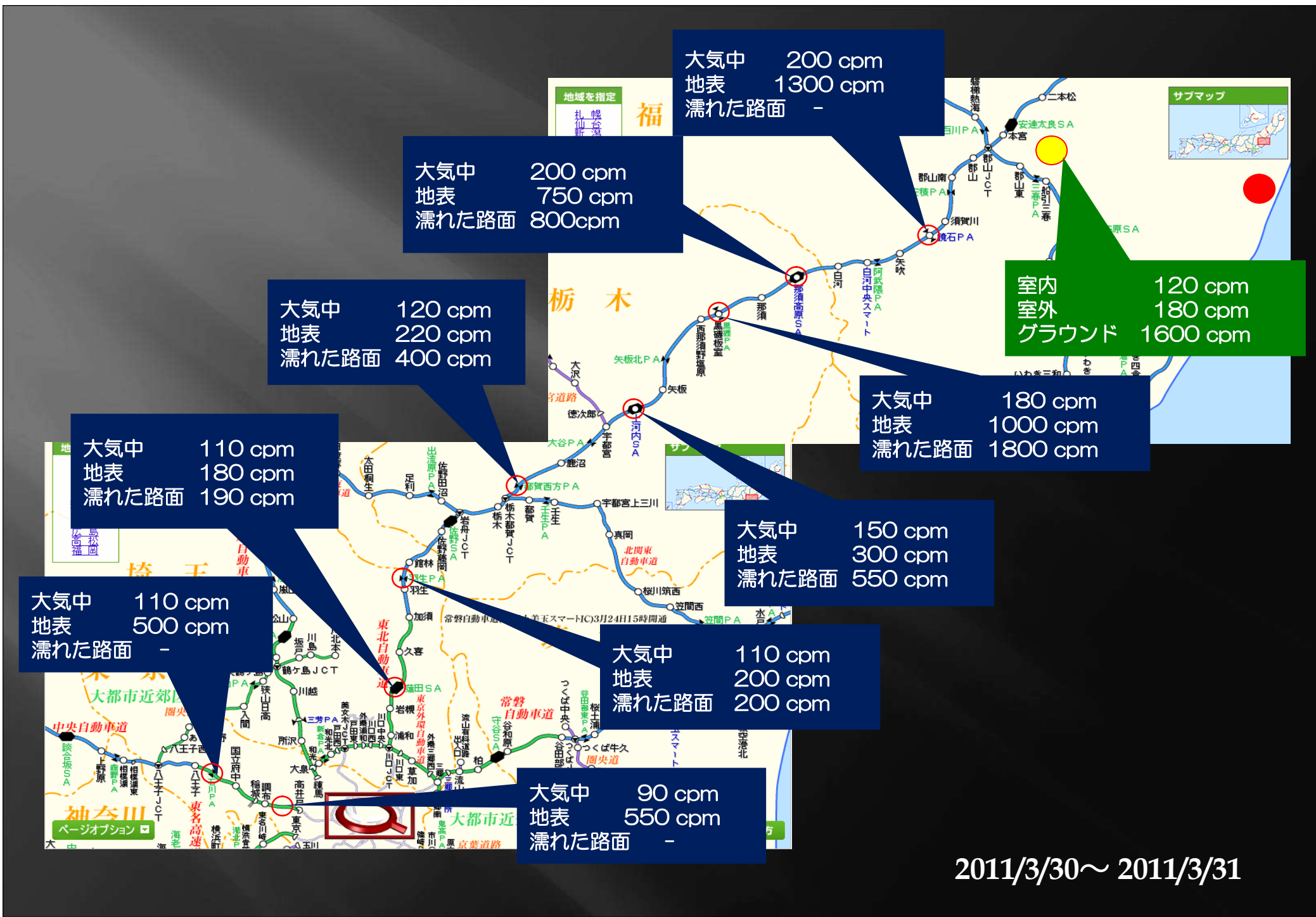
氏名			
生年月日	T S H	年	月 日
住所	市町村		
実施月日	平成23年	3月	日
福島県災害対策本部			
実施者サイン			



田村市陸上競技場

	人数	13,000~10万cpm	10万cpm以上
3月27日	313	5	1
3月28日	370	5	1
3月29日	253	1	1
3月30日	884	8	0





放射線業務従事者の被ばく線量限度

放射線業務従事者の実効線量

1. 100 mSv / 5年
50 mSv / 年
2. 女子 5 mSv / 3月

放射線業務従事者の等価線量

1. 眼の水晶体 150 mSv / 年
2. 皮膚 500 mSv / 年

緊急作業時における被ばく線量

男性及び妊娠する可能性がないと診断された女性に限り

1. 実効線量 100 mSv
2. 眼の水晶体にうける等価線量 300 mSv
3. 皮膚にうける等価線量 1 Sv

2011/3/15
東北大震災に限り
実効線量 250mSv に引き上げ

発生確率

確率的影響

バイスタンダー効果
ゲノム不安定性

LNT仮説による
危険度の推定

ICRPによる
危険度の推定

修復効果

自然放射線

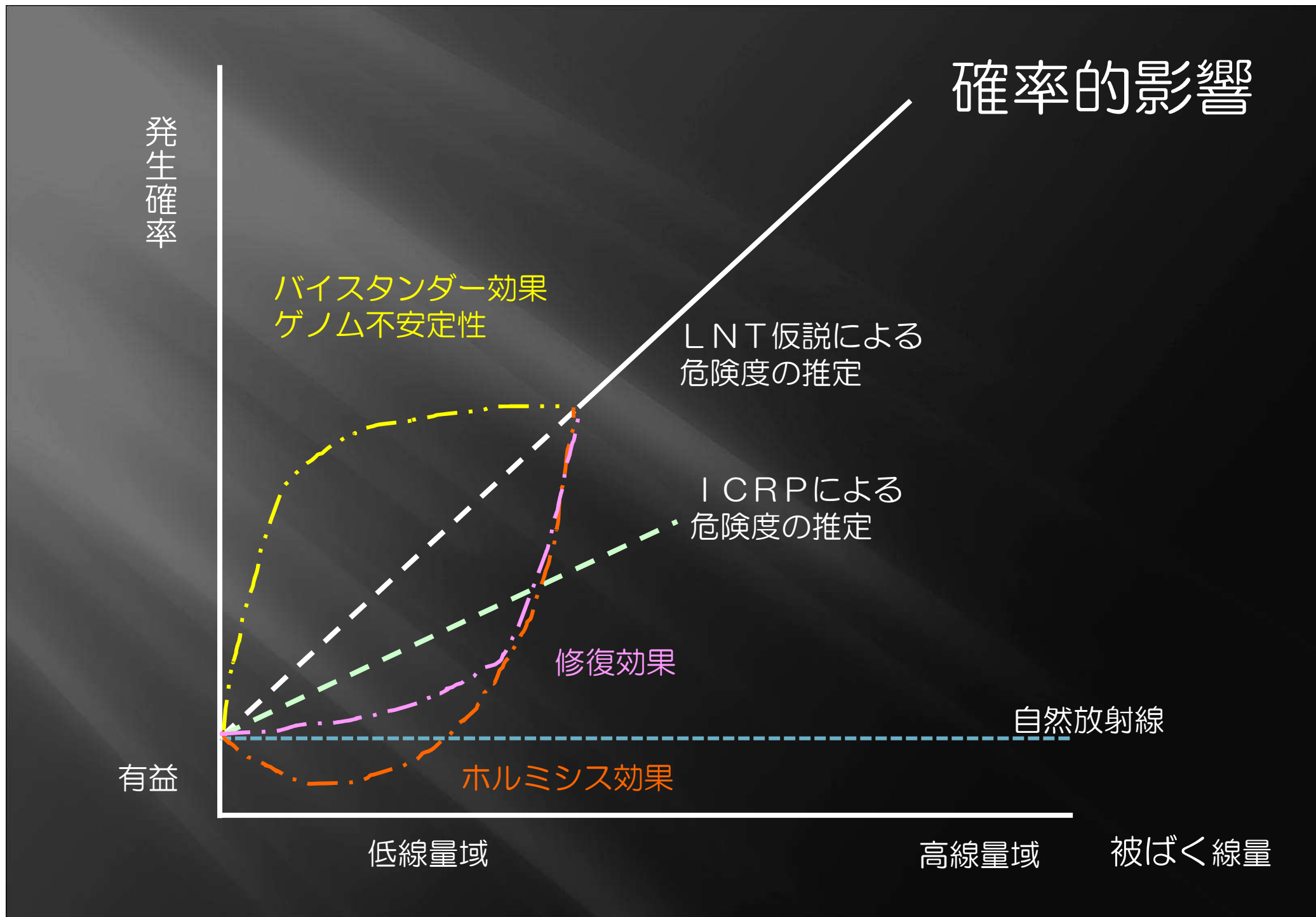
有益

ホルミシス効果

低線量域

高線量域

被ばく線量



食品中の放射性物質の飲食物の暫定規制値

基準値（1kgあたりのベクレル数）		
放射性ヨウ素 代表核種131-I	飲料水	300 (乳幼児用は 100)
	牛乳・乳製品	
	野菜類 (根菜、イモ類を除く)	2000
放射性セシウム	飲料水	200
	牛乳・乳製品	
	野菜類	500
	穀類	
	肉・卵・魚・その他	
ウラン	乳幼児用食品	20
	飲料水	
	牛乳・乳製品	
	野菜類	100
	穀類	
	肉・卵・魚・その他	

基準値（1kgあたりのベクレル数）		
プルトニウム 及び超ウラン元 素のアルファ核 種	乳幼児用食品	1
	飲料水	
	牛乳・乳製品	
	野菜類	10
	穀類	
	肉・卵・魚・その他	

食品中の放射性物質の規制の考え方

(1) 放射性ヨウ素

甲状腺（等価）線量50 mSv／年の2／3を基準とし、これを3つの食品カテゴリーに均等に1／3ずつ配分
穀類、肉類等の除外は、放射性ヨウ素は半減期が短く、これらの食品においては、食品中への蓄積や人体への移行の程度が小さいと評価

(2) 放射性セシウム

実効線量5 mSv／年を各食品カテゴリーに均等に1／5ずつ配分

(3) ウラン

5%濃縮度の ^{235}U が全食品に含まれ、これが5 mSv／年に相当すると仮定し配分

(4) プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種

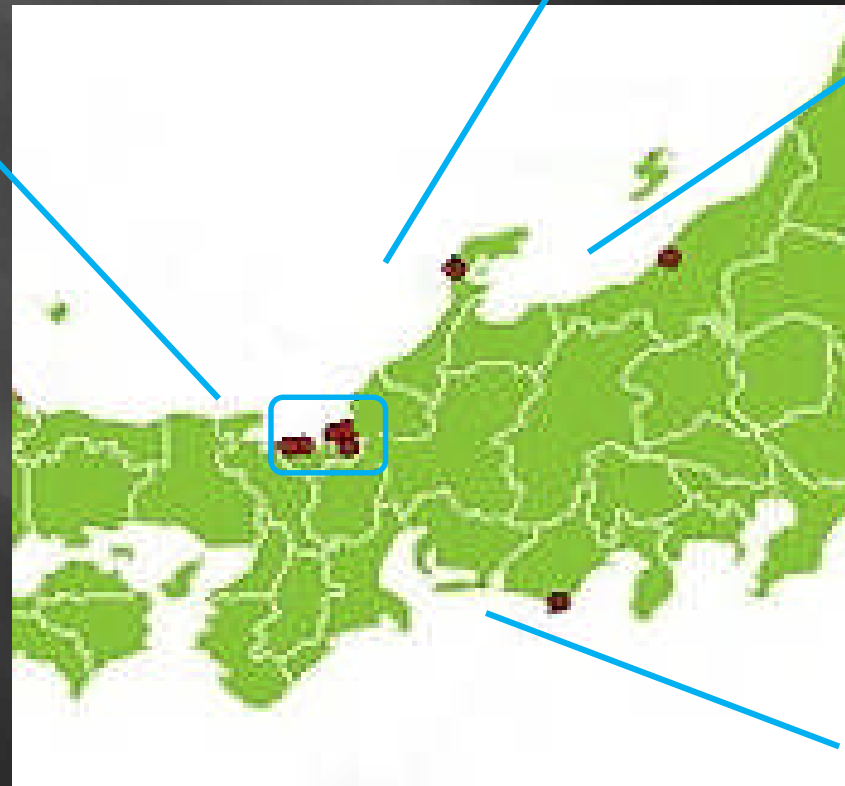
実効線量5 mSv／年を基礎に、全食品を飲料水、牛乳・乳製品、野菜類、穀類及び肉・卵・魚・その他の5つのカテゴリーに分

岐阜県近隣の原子力発電所

敦賀 1. 2. (3. 4号計画中) 号機
高浜 1. 2. 3. 4. 号機
美浜 1. 2. 3. 号機
大飯 1. 2. 3. 4. 号機
もんじゅ (修理中)、ふげん (廃止)

志賀 1. 2. 号機

柏崎刈羽
1. 2. 3. 4.
5. 6. 7. 号機



浜岡
1. 2. 号機 (廃止)
3. 4. 5. 号機
6. 号機 (計画中)

ご静聴ありがとうございました。
このたびの東日本大震災において、なくなられました皆さまに謹んで
お悔やみを申し上げます。また、被災された皆さまへ心よりお見舞い
申し上げますと共に、被災地の一日も早い復興をお祈り申し上げます。



アロカ株式会社製
GMサーバイメータ
TGS-146

