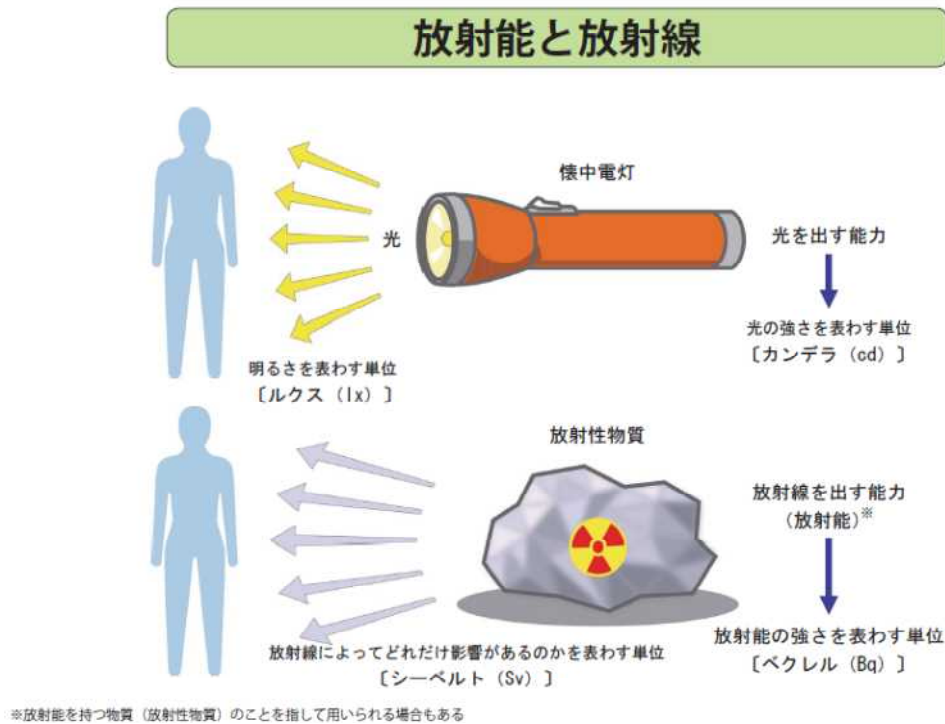


基礎知識

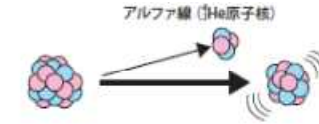
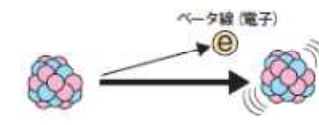
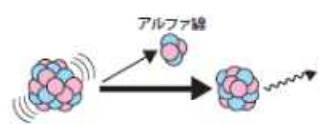
(1) 放射能と放射線



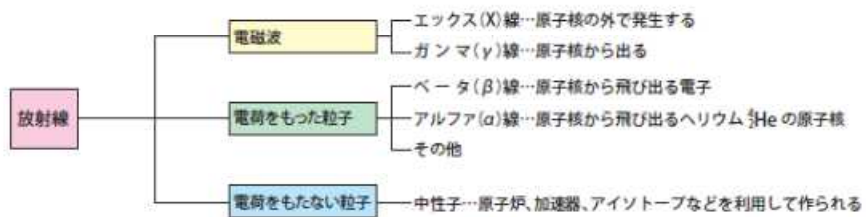
放射線に関する単位

名 称	単 位 名 (記 号)	定 義
放射能の単位 国際単位系 (SI)		
放射能	ベクレル (Bq)	1秒間に原子核が崩壊する数を表す単位
放射線量の単位 国際単位系 (SI)		
吸収線量	グレイ (Gy)	放射線が物や人に当たったときに、どれくらいのエネルギーを与えたのかを表す単位 1 Gyは1 kgあたり1ジュールのエネルギー吸収があったときの線量
線 量	シーベルト (Sv)	放射線が人に対して、がんや遺伝性影響のリスクをどれくらい与えるのかを評価するための単位 (1シーベルト=1000ミリシーベルト)
エネルギーの単位		
エネルギー	エレクトロンボルト/ 電子ボルト (eV)	放射線等のエネルギーを表す単位 (1eV=1.6×10 ⁻¹⁹ J)

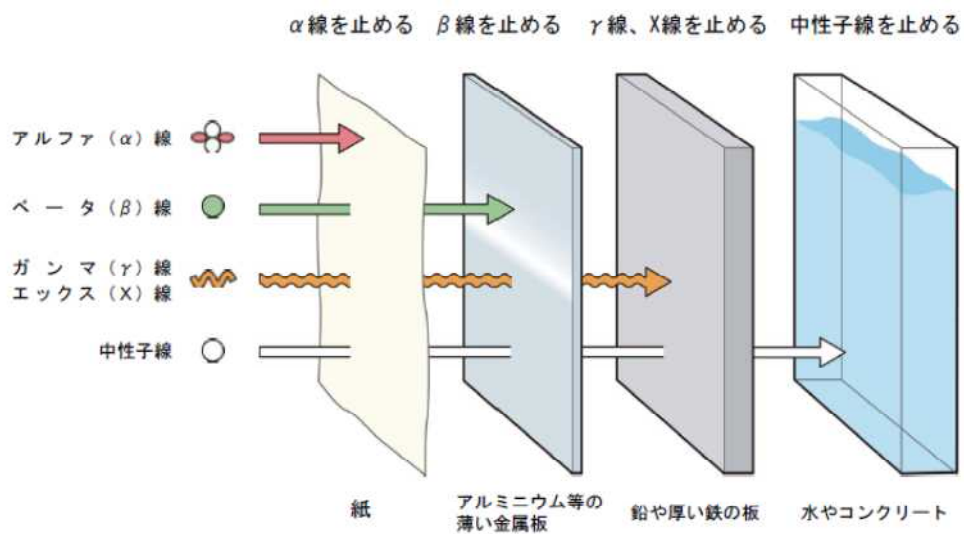
放射線の種類

アルファ (α) 壊変 (崩壊)	 <p style="text-align: center;">アルファ線 (^4He原子核)</p>	(例) $^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{222}_{86}\text{Rn} + \alpha$
ベータ (β) 壊変 (崩壊)	 <p style="text-align: center;">ベータ線 (電子)</p>	(例) $^{24}_{11}\text{Na} \rightarrow ^{24}_{12}\text{Mg} + \beta$
ガンマ (γ) 線の放出	 <p style="text-align: center;">アルファ線 ガンマ線 (電磁波)</p>	

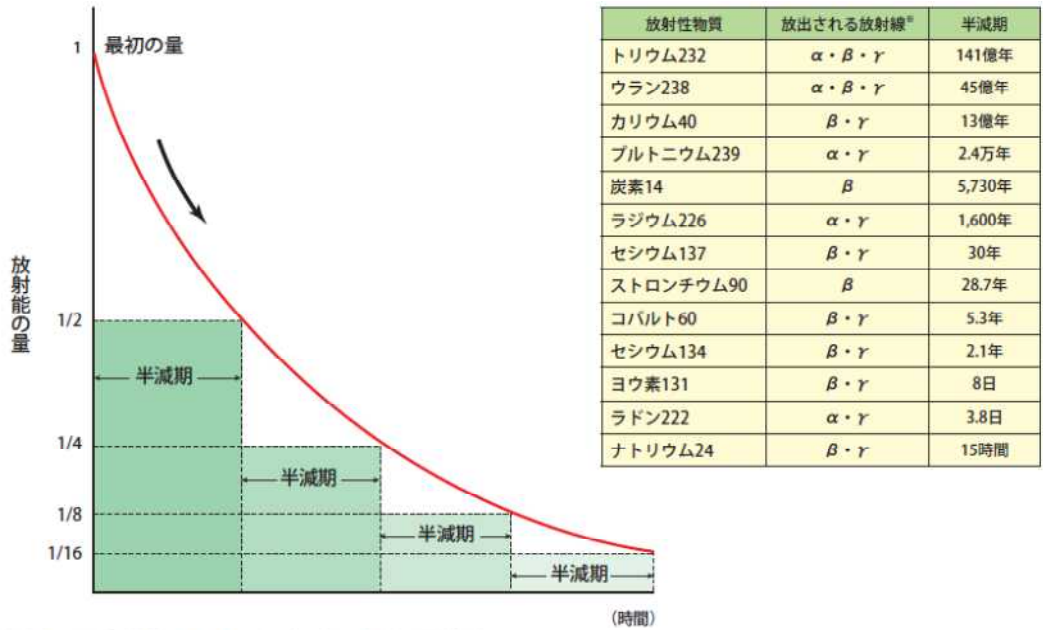
● 陽子 ● 中性子



放射線の種類と透過力



放射能の減り方

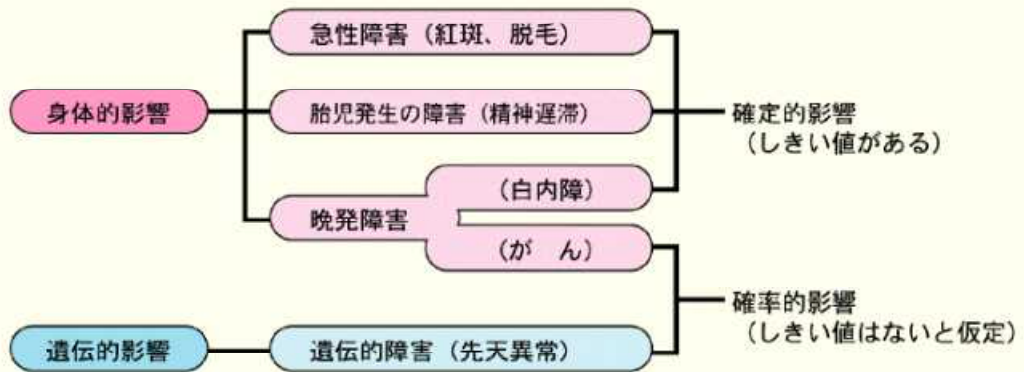


※環変生成物（原子核が放射線を出して別の原子核になったもの）からの放射線も含む

出典：2012年版原子力・エネルギー図面集（電気事業連合会）

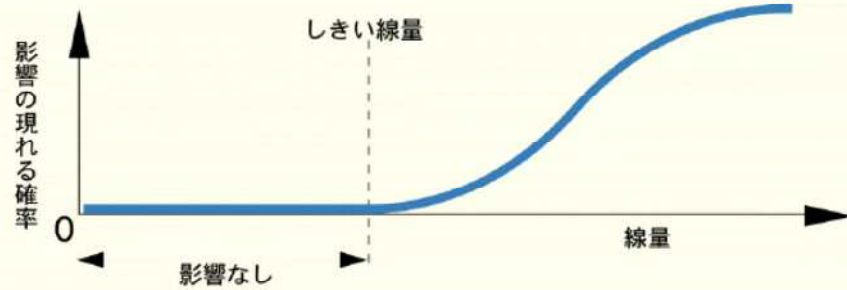
(2) 放射線の人体への影響

放射線の人体への影響

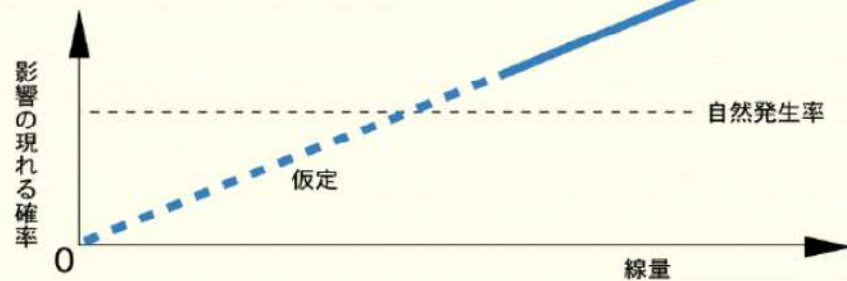


確定的影響と確率的影響

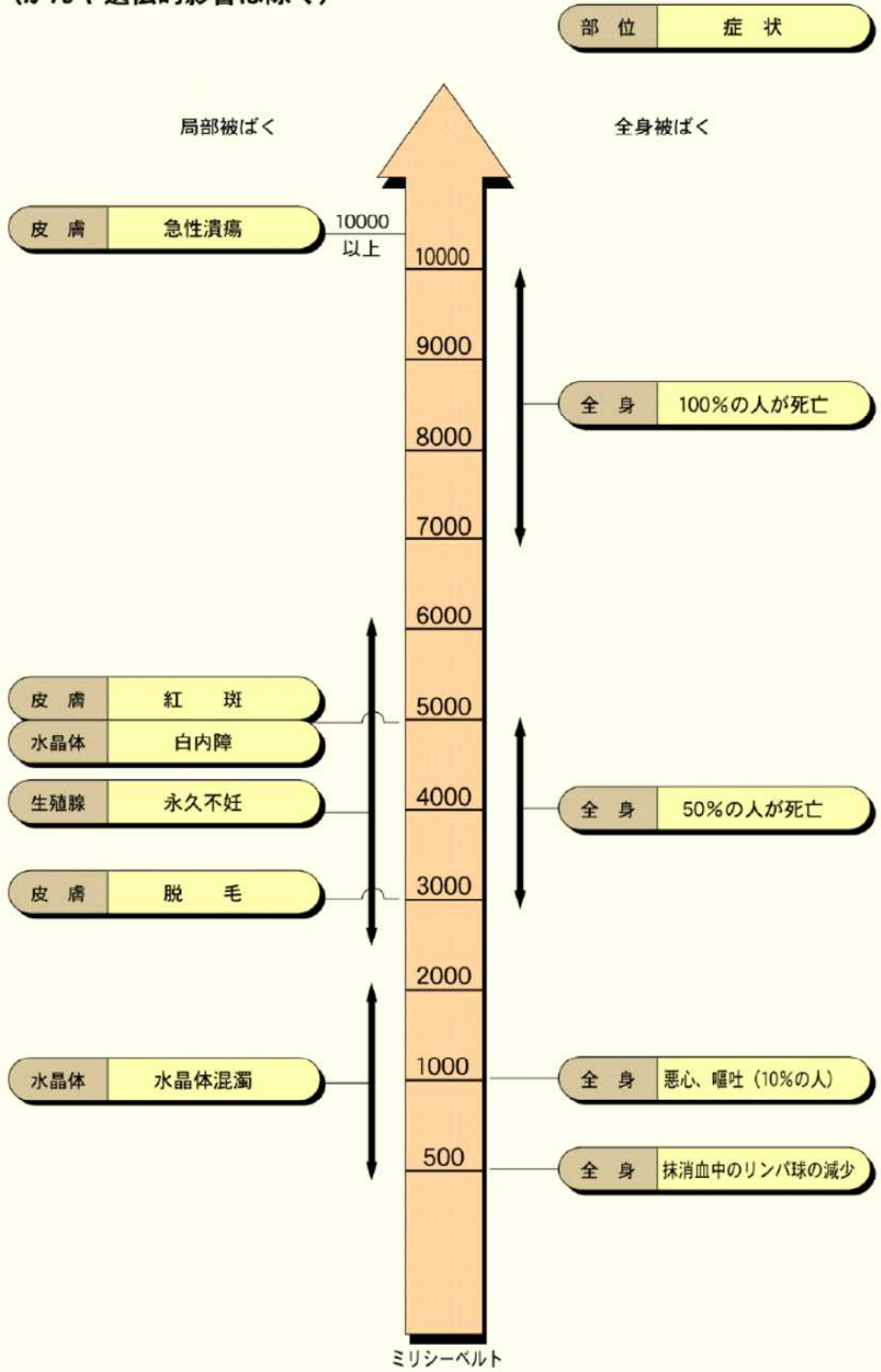
確定的影響 (脱毛・白内障など)



確率的影響 (がん・白血病など)

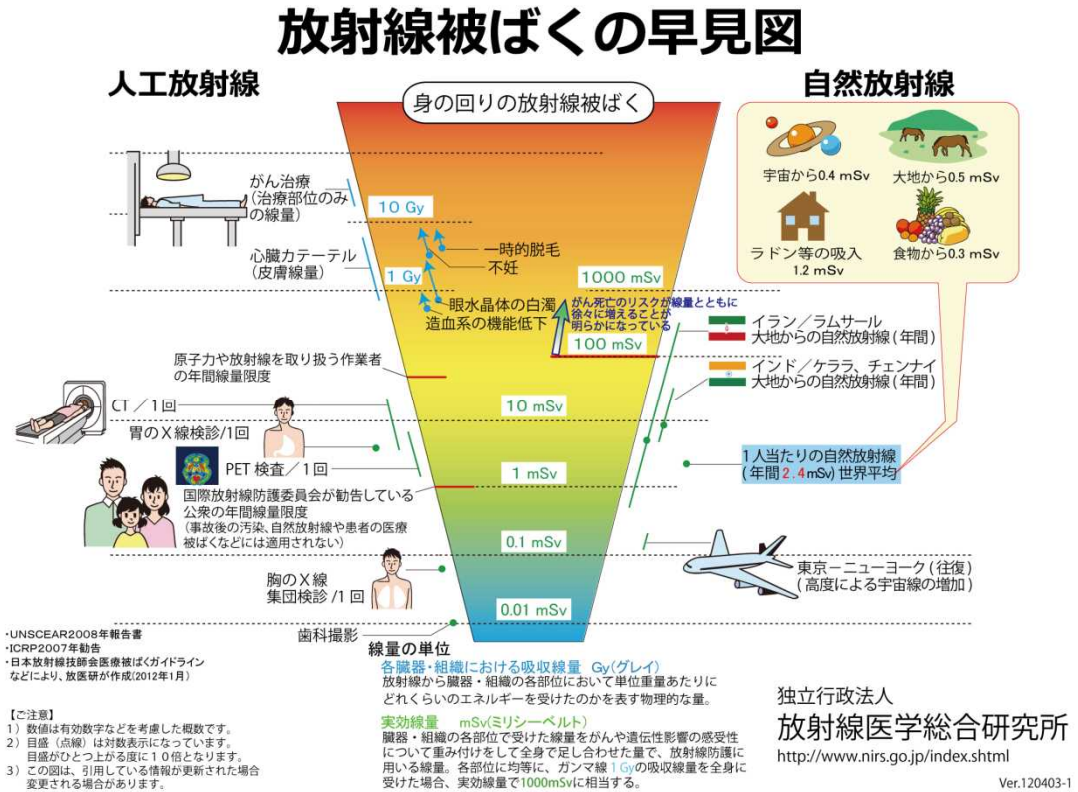


大量の放射線を一度に受けたときの症状
(がんや遺伝的影響は除く)



出典：放射線の影響が分かる本（公益財団法人放射線影響会）

(3) 放射線被ばくの早見図



出典：独立行政法人放射線医学総合研究所ホームページ

(4) がんのリスク

がんのリスク - 放射線、ダイオキシンと生活習慣 (JPHC Study) -

相対リスク	全部位 * 固形がん: 広島・長崎 ダイオキシン: 職業曝露・伊工場爆発事故	特定部位 * チェルノブイリ18歳以下被ばく10-15年後
10～		C型肝炎感染者(肝臓: 36) ピロリ菌感染既往者(胃: 10)
2.50～9.99		650-1240mSv(甲状腺: 4.0) 【1000mSv当たり3.2倍と推計】 喫煙者(肺: 4.2-4.5) 大量飲酒(300g以上/週)※(食道: 4.6)
1.50～2.49	1000-2000mSv(1.8) 【1000mSv当たり1.5倍と推計】 喫煙者(1.6) 大量飲酒(450g以上/週)※(1.6)	150-290mSv(甲状腺: 2.1) 高塩分食品毎日(胃: 2.5-3.5) 運動不足(結腸<男性>: 1.7) 肥満(BMI>30)(大腸: 1.5)(閉経後乳がん: 2.3)
1.30～1.49	500-1000mSv(1.4) 2,3,7,8-TCDD血中濃度数千倍【職業曝露】(1.4) 大量飲酒(300-449g/週)※(1.4)	50-140mSv(甲状腺: 1.4) 受動喫煙<非喫煙女性>(肺: 1.3)
1.10～1.29	200-500mSv(1.19) 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)	
1.01-1.09	100-200mSv(1.08) 野菜不足(1.06) 受動喫煙<非喫煙女性>(1.02-1.03)	
検出不可能	100mSv未満 2,3,7,8-TCDD血中濃度数百倍【農業工場爆発事故周辺住民】	

※飲酒については、エタノール換算量を示す

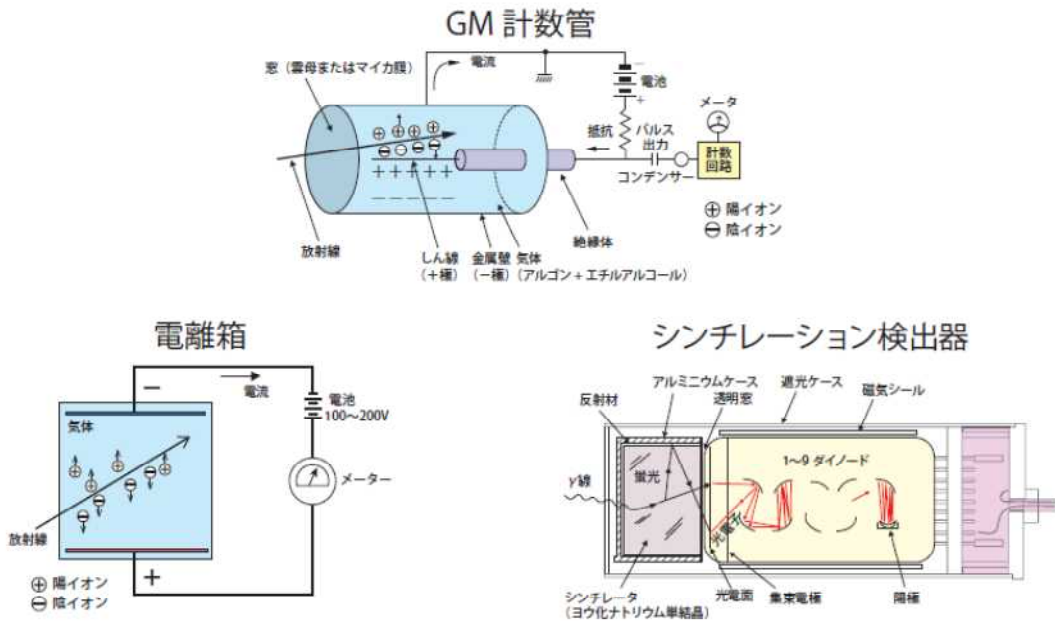
出典：国立がん研究センターホームページ

(5) 放射線業務従事者の線量限度

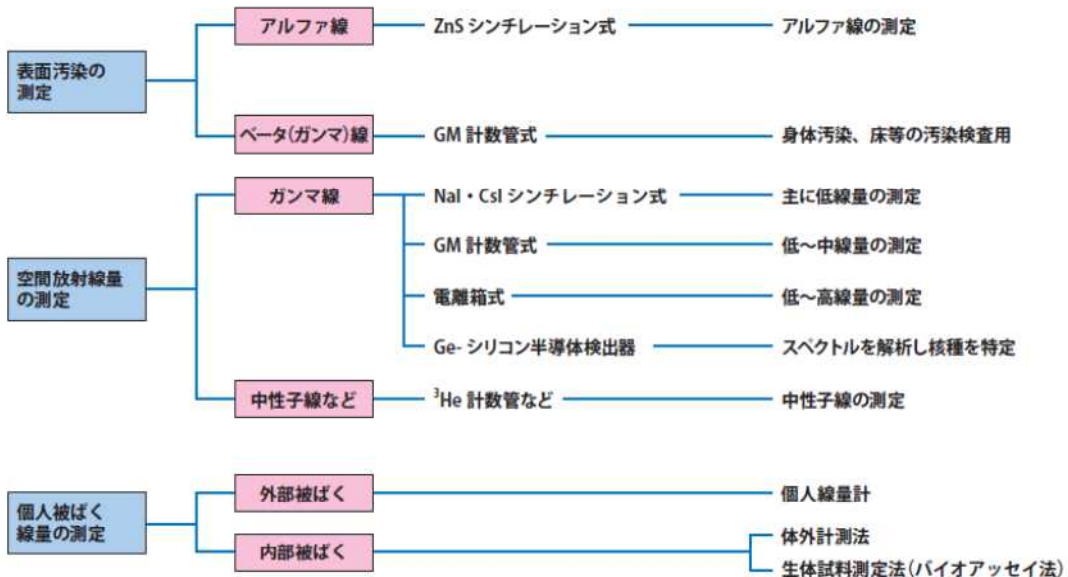
実効線量限度	100mSv/5年
	50mSv/年
	女子については 5mSv/3月
	妊娠中である女子 1mSv (管理者が妊娠と知ったときから出産までの間につき)
等価線量限度	目の水晶体 150mSv/年
	皮膚 500mSv/年
	妊娠中である女子の腹部表面 2mSv (管理者が妊娠と知ったときから出産までの間につき)
緊急作業に係る線量限度	放射線業務従事者(女子*を除く)の線量限度は実効線量について 100mSv、目の水晶体の等価線量について 300mSv 及び皮膚の等価線量について 1Sv とする。 (女子*: 妊娠不能と診断された者及び妊娠の意思のない旨を使用者等に書面で申し出た者を除く。)

(6) 放射線測定

放射線計測器の測定原理



放射線測定の種類



表面汚染の測定



スクリーニング検査



ZnS シンチレーション式
(アルファ線の測定)

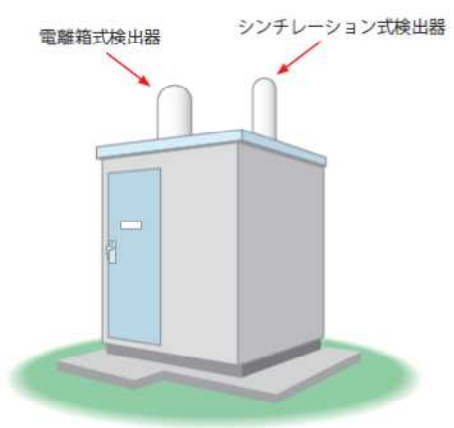


GM 計数管式
(ベータ線の測定)

空間放射線量の測定

モニタリングポスト

サーベイメータ



NaI シンチレーション式
(主に低線量の測定)



CsI シンチレーション式
(主に低線量の測定)



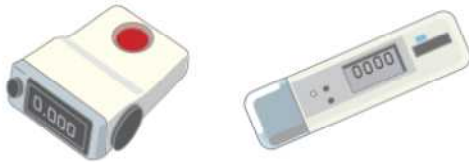
電離箱式
(低～高線量の測定)



³He 計数管式
(中性子線の測定)

個人被ばく線量の測定

外部被ばくの測定

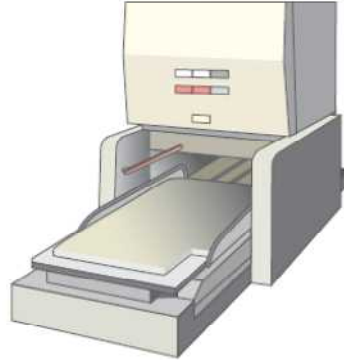


電子式線量計(個人線量計)

【使用例】



内部被ばくの測定



ホールボディカウンタ(体外計測法)

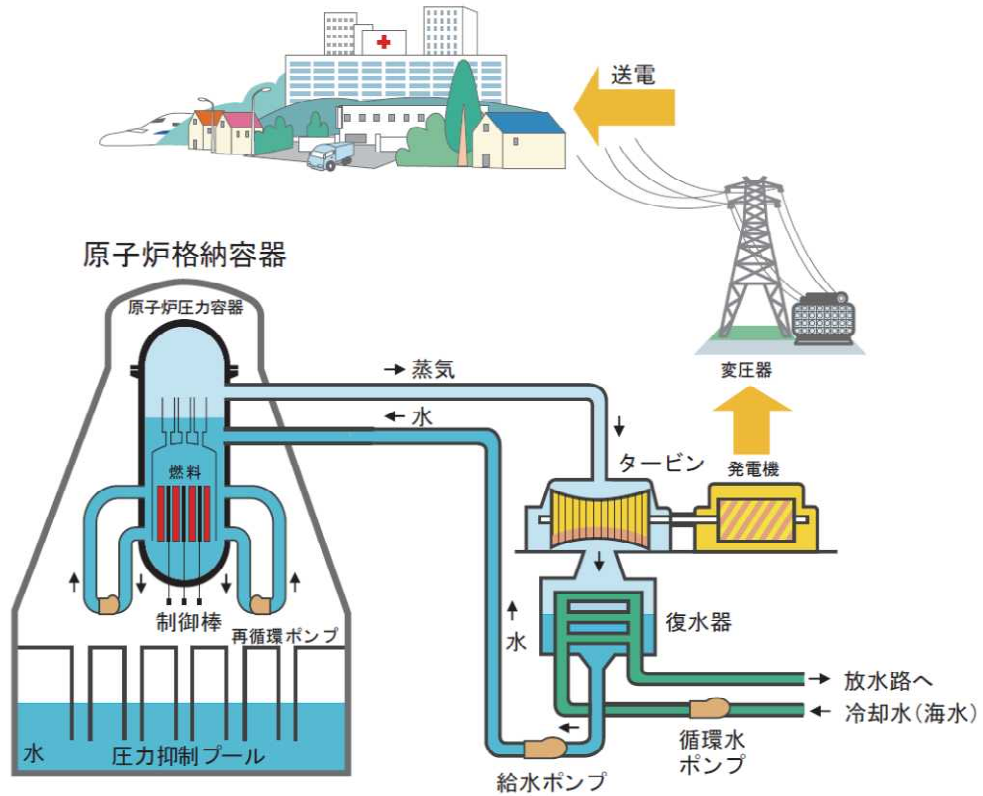
【使用例】



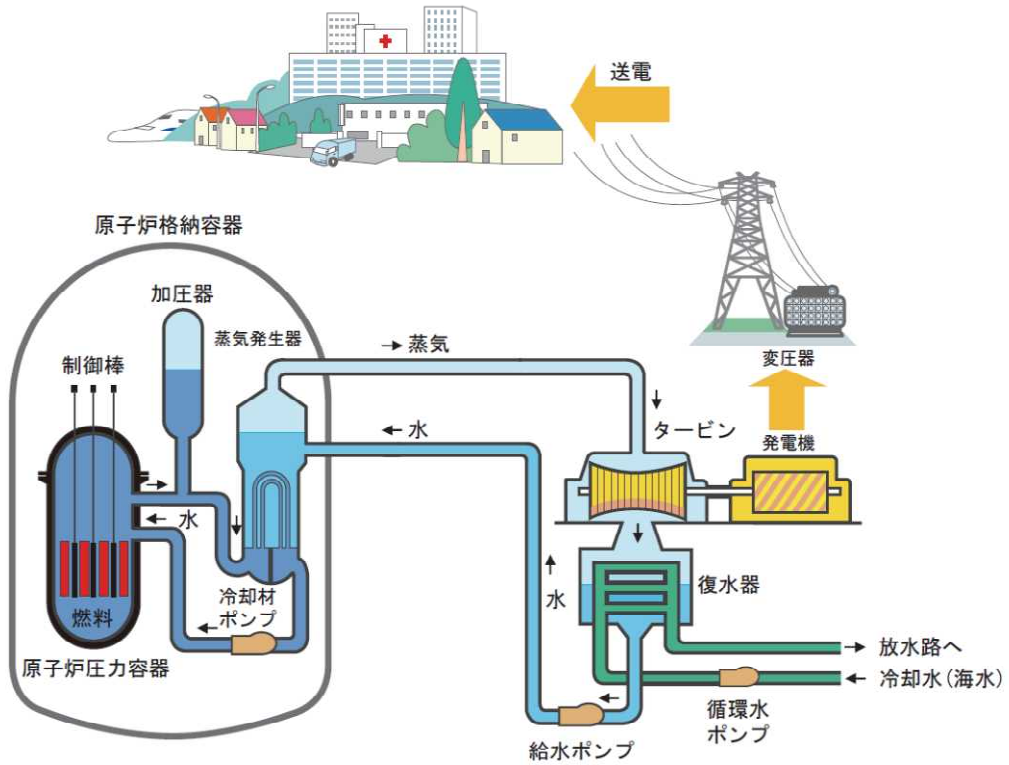
出典：2012年版原子力・エネルギー図面集（電気事業連合会）

(7) 原子力発電のしくみ

沸騰水型炉 (BWR) 原子力発電のしくみ



加圧水型炉 (PWR) 原子力発電のしくみ



(8) 用語集

外部被ばく	体外に存在している放射線源からの放射線による被ばく。
確定的影響	放射線による人体影響の分類の一つ。しきい線量が存在し、重篤度が線量の大きさと共に増大する。しきい線量を超えた場合にのみ影響が現れ、線量の増加と共に影響の発生確率が急激に増加、重篤度も増加する。例えば、皮膚障害、組織障害、固体死などがある。
確率的影響	線量のしきい値なしに発生し、その発生確率は線量に比例し、その重篤度は線量に無関係とされる放射線影響。例として発がんがある。
吸収線量	吸収線量はある任意の物質中の単位質量当りに放射線が付与したエネルギーの平均値である。吸収線量の SI 単位（国際単位系）は J/kg であるが、これにはグレイ (Gy) という特別な名称が付けられている。吸収線量は、照射線量と異なり、適用できる放射線や物質の種類に制限はない。また、物質が異なると、同じ種類の放射線に対しても吸収線量の値は異なる。このため、吸収線量を示す場合には、空気吸収線量、組織吸収線量というように、物質の種類を明示することが必要である。
空間線量率（空気吸収線量率）	放射線により単位時間に空気中で吸収されるエネルギー量。単位は Gy/h または Sv/h で表す。
グレイ (Gy)	グレイは、放射線のある物質に当てた場合、その物質が吸収した放射線のエネルギー量を表す単位で、吸収線量の単位に用いられる。1 グレイは、放射線を受けた物体 1 キログラムあたり 1 ジュールのエネルギーを吸収したことに相当する。この単位は放射線や物質の種類によらず適用されるもので、放射線が物質（人体を含む）に与える影響を評価するときの基本的な物差しになる。
原子力緊急事態宣言	原子力災害対策特別措置法第 15 条に定める下記の原子力緊急事態に至った場合、内閣総理大臣による原子力緊急事態宣言が発出される。この宣言により、国は原子力災害対策本部（本部長：内閣総理大臣）

	<p>の設置、原子力事業者、国の各機関、関係自治体などに対する必要な指示などを行うとともに、原子力災害現地対策本部（本部長：副大臣）をオフサイトセンターに設置し、原子力災害合同対策協議会が組織される。</p>
サーベイメータ	<p>サーベイメータは、放射性物質または放射線に関する情報を簡便に得ることを目的とした、小型で可搬型の放射線測定器である。サーベイメータには、電離箱式、GM 管式、シンチレーション式、半導体式の各検出器がガンマ線、X 線用に用いられる。ベータ線放出核種による汚染の検査には GM 管式検出器、比例計数管式検出器が、アルファ線放出核種にはシンチレーション式検出器がよく用いられる。中性子線の測定には BF3 ガスまたはヘリウム-3 ガスを用いた比例計数管式検出器とプラスチックなどの減速材を組合せて熱中性子から高速中性子までの広いエネルギー範囲の中性子線を測定することのできるレムカウンタが用いられる。</p>
実効線量	<p>放射線による身体への影響、すなわちがんや遺伝的影響の起こりやすさは組織・臓器ごとに異なる。組織ごとの影響の起こりやすさを考慮して、全身が均等に被ばくした場合と同一尺度で被ばくの影響を表す量を実効線量という。実効線量を表す方法として、ある組織・臓器の等価線量に、臓器ごとの影響に対する放射線感受性の程度を考慮した組織荷重係数をかけて、各組織・臓器について足し合わせた量が用いられる。</p> <p>実効線量 (Sv) = Σ (等価線量 (Sv) × 組織荷重係数)</p>
シーベルト (Sv)	<p>人体が放射線を受けた時、その影響の程度を測るものさしとして使われる単位である。放射線の種類やそのエネルギーによる影響の違いを放射線荷重係数として勘案した、臓器や組織についての「等価線量」、さらに人体の臓器や組織による放射線感受性の違いを組織荷重係数として勘案した、全身についての「実効線量」がある。</p>

組織加重係数	組織荷重係数は、照射された臓器・組織によりがんや遺伝的影響の程度が異なることを考慮するために乗じる係数である。実効線量を計算するときこの係数を等価線量に乘じ積算する。
等価線量	等価線量は、人の組織や臓器に対する放射線影響が放射線の種類やエネルギーによって異なるため、組織や臓器の受ける放射線量を補正したものである。単位は、シーベルト (Sv) である。等価線量は、次式のように吸収線量に人体への影響の程度を補正する係数である放射線荷重係数を乗じて得られる。 等価線量 (Sv) = 吸収線量 (Gy) × 放射線荷重係数
特定事象	特定事象とは、原子力災害対策特別措置法第 10 条第 1 項に規定する次の基準または施設の異常事象のことをいう。 原子力事業所の境界付近の放射線測定設備により 5 μ Sv/h 以上の場合 排気筒など通常放出場所で、拡散などを考慮した 5 μ Sv/h 相当の放射性物質を検出した場合 管理区域以外の場所で、50 μ Sv/h の放射線量か 5 μ Sv/h 相当の放射性物質を検出した場合 輸送容器から 1 m 離れた地点で 100 μ Sv/h を検出した場合 臨界事故の発生またはそのおそれがある状態 原子炉の運転中に非常用炉心冷却装置の作動を必要とする原子炉冷却材の喪失が発生すること、等
ベクレル (Bq)	放射能の量を表す単位のこと。1 ベクレルは、1 秒間に 1 個の原子核が壊れ、放射線を放出している放射性物質の放射能の強さ、または量を表す。
放射性物質	放射線を出す能力を放射能といい、放射能をもっている原子 (放射性核種という) を含む物質を一般的に放射性物質という。また、個々の核種を限定しない場合は、放射性核種のことを総称して放射性物質ということもある。放射性物質、放射線及び放射能の関係は、「電灯」が放射性物質に、電灯から出る「光線」が放射線に、そして電灯の「光を出す能力」と「その強さ (ワット数)」が放射能にあたる。

放射線	ウランなど、原子核が不安定で壊れやすい元素から放出される高速の粒子（アルファ粒子、ベータ粒子など）や高いエネルギーを持った電磁波（ガンマ線）、加速器などで人工的に作り出された X 線、電子線、中性子線、陽子線、重粒子線などのこと。
放射能	原子核が別の原子核に壊れて変化し、アルファ線、ベータ線あるいはガンマ線などの放射線を出す性質を放射能という。放射能をもっている物質を放射性物質といい、その量をベクレル（Bq）で表す。
内部被ばく	体内の放射線源からの放射線による被ばく。
放射線加重係数	吸収線量に乗じて等価線量を求めるため ICRP が定めた係数。低 LET 放射線に比べ、高 LET 放射線の高い生物学的効果を反映させるために、臓器又は組織の吸収線量に乗じる無次元の係数。
モニタリングポスト	放射線を定期的に、または連続的に監視測定することをモニタリングといい、原子力発電所などの周辺でモニタリングを行うための設備をモニタリングポストという。環境の放射線量率の測定は、通常、ガンマ線を対象に行われ、検出器としてガンマ線に感度のよい、蛍光作用を利用した「シンチレーション検出器」や電離作用を利用した「電離箱式検出器」がよく用いられる。これらの測定器は、平常時の放射線レベルから緊急事態全般に渡る広範囲の放射線の変動を欠かすことなく連続測定監視できるようになっている。一部の地域では、中性子線の検出もできるようになっている。
EPZ(EPZ:Emergency Planning Zone):防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲	原子力施設からの放射性物質又は放射線の異常な放出を想定し、周辺環境への影響、周辺住民などの被ばくを低減するための防護措置を短期間に効率良く行うため、あらかじめ異常事態の発生を仮定し、施設の特性などを踏まえて、その影響の及ぶ可能性のある範囲を技術的見地から十分な余裕を持たせて定めた範囲をいう（原子力安全委員会の「原子力施設等の防災対策について」（防災指針）による）。
ERSS(Emergency Response Support System):緊急時対策支	緊急時対策支援システム（ERSS）は、原子力発電所の万一の事故などの緊急時に電気事業者から送ら

援システム	<p>れてくる情報にもとづき、当該原子力発電所の機器の状態を監視し、専門的な知識データベースにもとづいて現在の施設の状態を判断し、その後の事故進展をコンピュータにより計算して予測するシステムである。「情報収集システム」、「判断・予測支援システム」及び「解析予測システム」から構成されている。</p> <p>「情報収集システム」は、情報収集計算機及び情報表示装置からなり、緊急時に電気事業者からオンラインで伝送されてくる発電所の情報を一括して収集し、事故の状況を迅速かつ的確に把握できるように、分かりやすい視覚情報として情報表示装置の画面上に表示するもので、経済産業省原子力安全・保安院の緊急時対応センター内に設置されている。</p> <p>一方、「判断・予測支援システム」及び「解析予測システム」は、独立行政法人原子力安全基盤機構に設置され、情報収集システムからの入力情報により専門的なデータベースに基づいて現在の事故状態を判断し、その後の進展をコンピュータにより計算して予測するもので、計算結果を緊急時対応センターの画面表示装置に表示する。</p>
ETE(Evacuation Time Estimates) : 避難時間推定	緊急時対応計画策定の際に、防護措置の一つである避難実施に掛かる必要な時間の推定。
GE(Generic Criteria) : 一般的基準	国際基準等に従って、確率的影響を実行可能な限り回避するため、環境モニタリング等の結果を踏まえた運用上の介入レベル (OIL)、緊急時対策レベル (EAL)等に基づき、避難、屋内退避、安定ヨウ素剤の予防服用等を準備する区域。
OIL(Operational Intervention Level) : 運用上の介入レベル	防護措置導入の判断に用いられる測定器による測定値などより求めたレベル。
PAZ(Precautionary Action Zone) : 予防的防護措置を準備する区域	急速に進展する事故を考慮し、重篤な確定的影響等を回避するため、緊急事態区分に基づき、直ちに避難を実施するなど、放射性物質の環境への放出前の予防的防護措置 (避難等) を準備する区域
PPA(Plume Protection planning Area) : プルーム通過	放射性物質を含んだプルームによる被ばくの影響を避けるため、自宅への屋内退避等を中心とした防護

<p>時の被ばくを避けるための防護措置を実施する区域</p>	<p>措置を実施する地域。</p>
<p>SPEEDI(System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information) : 緊急時迅速放射能影響予測</p>	<p>SPEEDI ネットワークシステムは、原子力施設から大量の放射性物質が放出されたり、あるいはそのおそれがあるという緊急時に、周辺環境における放射性物質の大気中濃度及び周辺住民の被ばく線量などを、放出源情報、気象条件及び地形データをもとに迅速に予測するシステムである。文部科学省、原子力安全委員会、経済産業省、緊急事態応急対策拠点施設（オフサイトセンター）、地方公共団体及び日本気象協会とを原子力安全技術センターに設置された中央情報処理計算機を中心に専用回線により接続している。</p> <p>国、地方自治体は SPEEDI ネットワークシステムが予測した情報により、周辺住民のための防護対策の検討を迅速に行うことができる。</p>
<p>UPZ (Urgent Protective action Planning Zone) : 緊急時防護措置を準備する区域</p>	<p>国際基準等に従って、確率的影響を実行可能な限り回避するため、環境モニタリング等の結果を踏まえた運用上の介入レベル（OIL）、緊急時対策レベル（EAL）等に基づき、避難、屋内退避、安定ヨウ素剤の予防服用等を準備する区域。</p>

出典：原子力防災基礎用語集（公益財団法人 原子力安全技術センター）、「原子力施設等の防災対策について」の見直しに関する考え方について 中間とりまとめ（平成24年3月22日）