食の安全、を科学する。
食品安全委員会
Food Safety Commission

食品の安全性に関する用語集

食品安全委員会事務局

食品の安全を守る基本的な考え方

- 私たちは「食」を一日も欠かすことができません。
- しかし、私たちが口にする食品には豊かな栄養成分とともに、わずかながら健康に悪影響を与える可能性のある要因(危害要因といいます) が含まれています。
- どんな食品でも食べたときのリスクがゼロであるということはありえません。
- ですから、食品の安全に「絶対」はないといえます。
- このため、食品を食べることによって、人の健康に悪影響が生じる確率とその深刻さの程度(これをリスクといいます) を科学的に評価し、それに基づいて悪影響を健康に支障のないレベルに低く抑えることが必要です。

- 食品を食べることにより、人の健康に悪影響が生じる確率
- 悪影響の深刻さの程度

⇒リスク

↓

科学的に評価

↓

悪影響を健康に支障のない低いレベルに抑える

出典:パンフレット「食品安全委員会2010」
http://www.fsc.go.jp/sonota/pamphlet/2010/pamphlet2010_jap.html

食品安全基本法の制定

- 近年、我が国は海外から非常に多くの食料を輸入するようになりました。
- 又、牛海綿状脳症(BSE) や腸管出血性大腸菌O157 といった新たな危害要因が現れたり、遺伝子組換え技術が食品開発へ利用されたりするなど、食生活を取り巻く状況も大きく変化しました。
- さらに、食の安全を脅かし国民の信頼感を揺るがすような事件が相次いで起こりました。
- こうした情勢の変化と国民の声に的確に応えるために、平成15 年(2003 年) に食品安全基本法が制定され、食品の安全性を確保するための新たな行政が展開されることになりました。

食品安全行政を取り巻く状況の変化

食生活を取り巻く環境の変化	・ 食品流通の広域化・国際化(食品の輸入) ・ 新しい危害要因の出現(O157やプリオンなど) ・ 新たな技術の開発(遺伝子組換えなど) ・ 汚染物質などを分析する技術の向上　　等
食の安全を脅かす事件の発生	・ 牛海綿状脳症(BSE) の発生 ・ 輸入食品の残留農薬問題 ・ 国内における無登録農薬の使用　など
食の安全に関する新しい考え方	・ 食品の生産から消費までの各段階での安全性の確保 ・ 食の安全には「絶対」はなく、リスクの存在を前提に評価を行い、適切にコントロールするという考え方(リスク分析) が一般化 →海外でのリスク評価機関の設立 ・ 仏食品衛生安全庁(AFSSA)　1999年(2010年～ANSES) ・ 欧州食品安全機関(EFSA)　2002年 ・ 独連邦リスク評価研究所(BfR)　2002年

平成15年(2003年)

食品安全基本法の制定

出典：パンフレット「食品安全委員会2010」
http://www.fsc.go.jp/sonota/pamphlet/2010/pamphlet2010_jap.html

食品安全委員会の設立

- 食品安全基本法に従って、食品の安全性確保のための規制や指導を行うリスク管理機関(厚生労働省や農林水産省など) から独立して、科学的知見に基づく客観的かつ中立公正なリスク評価を行うことを目的として、平成15 年7 月1日に内閣府に食品安全委員会が設置されました。
- 食品安全基本法では、国民の健康の保護が最も重要であることを基本理念として定め、国、地方公共団体、食品の生産から販売までの事業者(加工、卸売、小売など) の責務や消費者の役割を明らかにするとともに、この分野で国際的にも受け入れられている「リスク分析」という考えに基づいて、食品の安全性の確保を総合的に推進しています。

平成15年(2003年) 7月1日

食品安全基本法

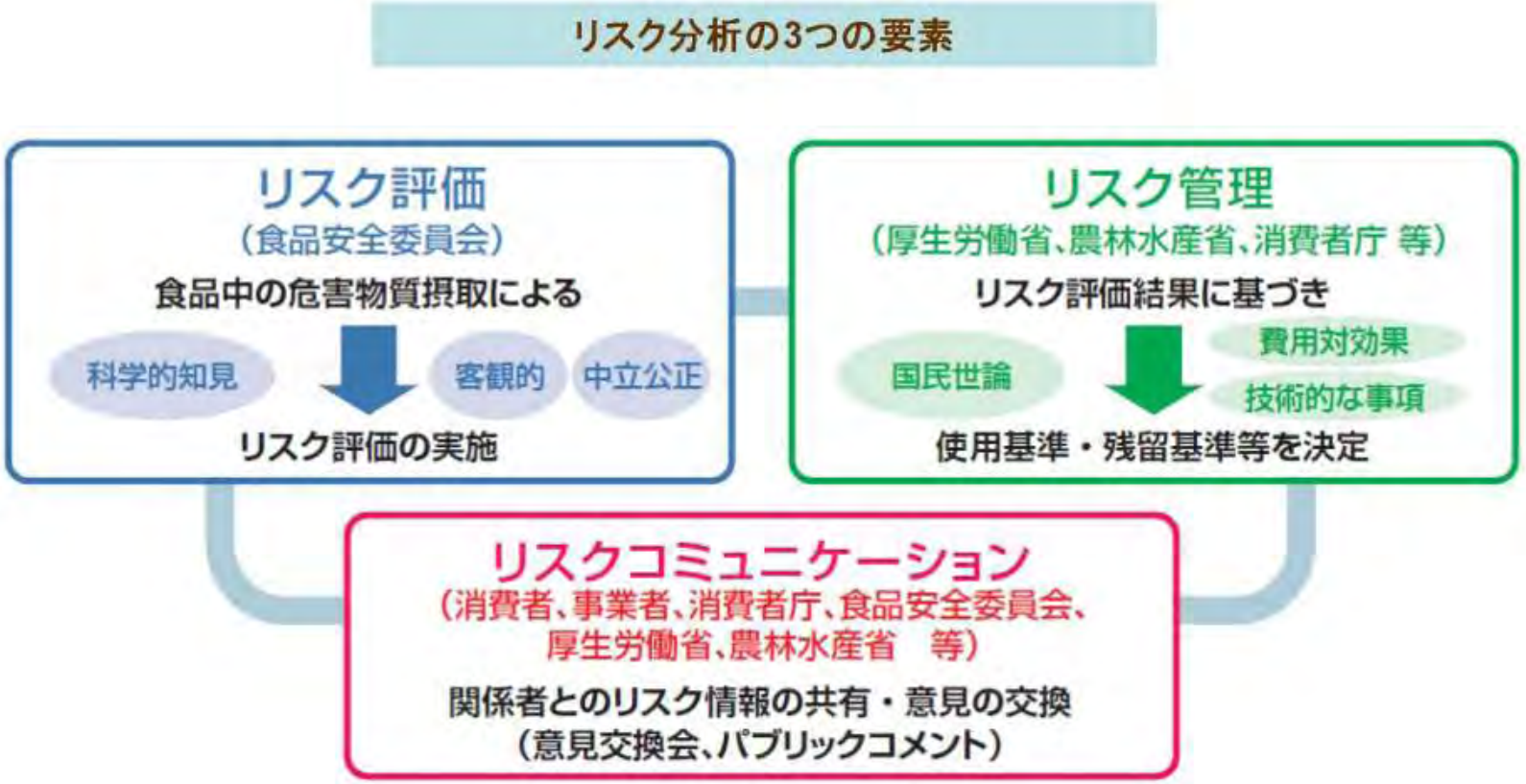
- ✓ 基本理念:国民の健康の保護が最重要
- ✓ 国、地方公共団体、食品事業者(加工、卸売、小売など) の責務や消費者の役割を明らかにする
- ✓ 「リスク分析」の考えに基づいて、食品の安全性の確保を総合的に推進

食品安全委員会

- ✓ リスク管理機関から独立
- ✓ 科学的知見に基づく客観的かつ中立公正なリスク評価を行う

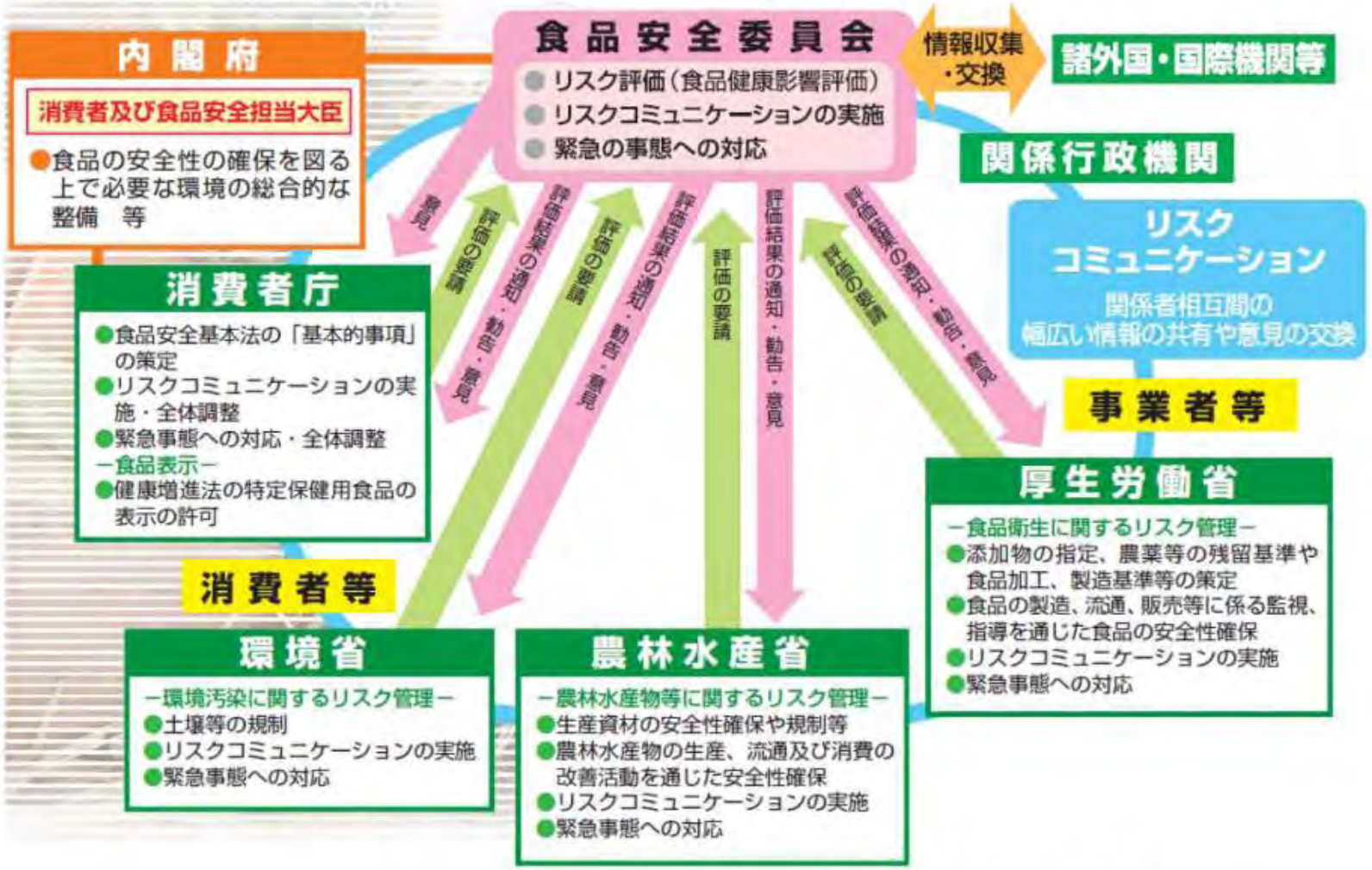
出典:パンフレット「食品安全委員会2010」
http://www.fsc.go.jp/sonota/pamphlet/2010/pamphlet2010_jap.html

リスク分析の考え方



出典:パンフレット「食品安全委員会2010」
http://www.fsc.go.jp/sonota/pamphlet/2010/pamphlet2010_jap.html

各省庁との連携



出典：パンフレット「食品安全委員会2010」
http://www.fsc.go.jp/sonota/pamphlet/2010/pamphlet2010_jap.html

食品安全委員会及び事務局の構成

- 食品安全委員会は、食の安全に関し深い識見を有する7 名の委員から構成されています。
- 食品委員会の下に14 の専門調査会が設置され、このうち11 の専門調査会が、添加物、農薬といった危害要因ごとのリスク評価について調査審議しています。
- 又、これらの運営のために事務局が設置されています。

食品安全委員会委員

小泉 直子 (委員長)
熊谷 進 (委員長代理)
長尾 拓、廣瀬 雅雄、野村 一正、畑江 敬子、村田 容常

専門調査会 (延べ250人程度)

- ○企画
- ○リスクコミュニケーション
- ○緊急時対応
- ○微生物・ウイルス
- ○プリオン
- ○かび毒・自然毒等

→ 生物系

- ○添加物
- ○農薬
- ○動物用医薬品
- ○器具・容器包装
- ○化学物質・汚染物質

→ 化学物質系

- ○遺伝子組換え食品等
- ○新開発食品
- ○肥料・飼料等

→ 新食品等

事務局(事務局長、次長、4課1官)

- ・総務課
- ・評価課
- ・勧告広報課
- ・情報・緊急時対応課
- ・リスクコミュニケーション官

出典:パンフレット「食品安全委員会2010」
http://www.fsc.go.jp/sonota/pamphlet/2010/pamphlet2010_jap.html

食品安全委員会の役割

1. リスク評価の実施

- 食品安全委員会の最も重要な役割は、食品に含まれる可能性のある添加物や農薬などの危害要因が人の健康に与える影響についてリスク評価を行うことです。
- 具体的には、食品中の危害要因を摂取することによって、どの位の確率でどのぐらい深刻に健康への悪影響が起きるかを科学的に評価します。
- 食品安全委員会では、主として厚生労働省、農林水産省、消費者庁などのリスク管理機関からの評価要請を受けてリスク評価を実施するほか、自ら評価を行う必要があると考えられる場合には、「自ら評価」と呼ばれるリスク評価も実施しています。
- さらに、食品安全委員会は、リスク評価の結果に基づいて行われるべき施策について内閣総理大臣を通じて、リスク管理機関の大臣に勧告を行うことができます。
- なお、リスク評価のことを食品安全基本法の中では「食品健康影響評価」と呼んでいます。

2. リスクコミュニケーションの推進

- リスクを適切にコントロールして、国民の健康を保護していくためには、リスクコミュニケーションが重要です。
- リスクコミュニケーションとは、食品の安全性について消費者を含む関係者との間で情報の共有や意見交換を行うことです。
- 食品安全委員会では、国民の関心の高いリスク評価の内容などについてリスクコミュニケーションを行うとともに、リスク管理機関や地方公共団体と連携したリスクコミュニケーションにも取り組んでいます。
- 又、食品安全委員会(原則毎週木曜日開催) や専門調査会などの会合は、原則、公開で行われており、すべての議事録をホームページに掲載して透明性の確保に努めています。

3. 緊急事態への対応

- 食品安全委員会と消費者庁及びリスク管理機関は、日頃から密接に連携して食中毒の発生などの情報を収集・分析し、国民の健康被害の防止やリスクの最小化に取り組んでいます。
- 食品の摂取を通じて重大な健康被害が生じるおそれのある緊急事態の発生時には、政府一体となって危害の拡大や再発の防止に迅速かつ適切に取り組むとともに、危害物質等に関する科学的知見や食品安全委員会としての見解等をマスメディア、政府広報、インターネットなどを通じて、迅速に分かりやすく、かつタイムリーに国民へ提供します。

出典：パンフレット「食品安全委員会2010」
http://www.fsc.go.jp/sonota/pamphlet/2010/pamphlet2010_jap.html

第2章リスク評価の結果を理解するために

(1) リスク評価

耐容一日摂取量/耐容週間摂取量

TDI: Tolerable Daily Intake / TWI: Tolerable Weekly Intake

- 摂取し続けても、健康への悪影響がないと推定される一日当たりの摂取量を耐容一日摂取量といい、一週間当たりの摂取量を耐容週間摂取量という。
- 意図的に使用されていないにもかかわらず食品中に存在する化学物質(重金属、かび毒など)を経口摂取する場合でも、健康への悪影響がないと推定される量を耐容摂取量という。

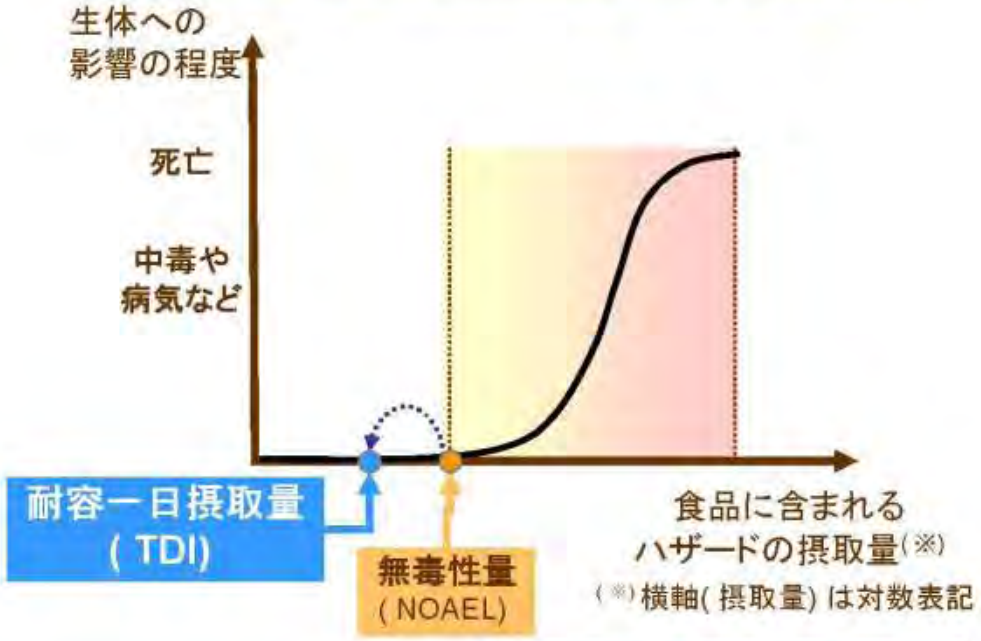
耐容一日摂取量(TDI)

意図的に食品に使用されていない化学物質
- ✓ 重金属
- ✓ かび毒など

↓

健康に悪影響がないと推定される量

量・影響の関係と耐容一日摂取量



関連用語:定量的リスク評価、用量一反応評価

無毒性量

NOAEL: No Observed Adverse Effect Level

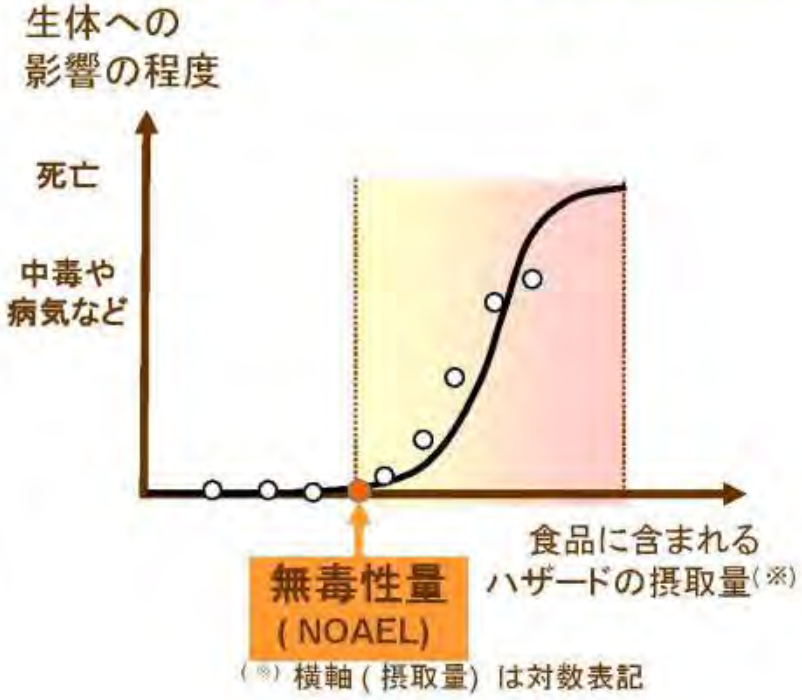
- ある物質について何段階かの異なる投与量を用いて毒性試験を行ったとき、有害影響が認められなかった最大の投与量のこと。
- 通常は、さまざまな動物試験において得られた個々の無毒性量の中で最も小さい値を、その物質の無毒性量とする。

物質Aの無毒性量の決め方

毒性試験の種類	実験動物	各試験で得られた無毒性量（体重1kg･1日当たり）
反復投与/発がん試験	ラット	6.78mg/kg/日
	ビーグル犬	**1.2mg/kg/日**
繁殖試験	ラット	11.3mg/kg/日
催奇形性試験	ラット	1,000mg/kg/日

毒性試験で得られた**最も小さい値**
⇒物質Aの無毒性量(NOAEL)

量･影響の関係と無毒性量

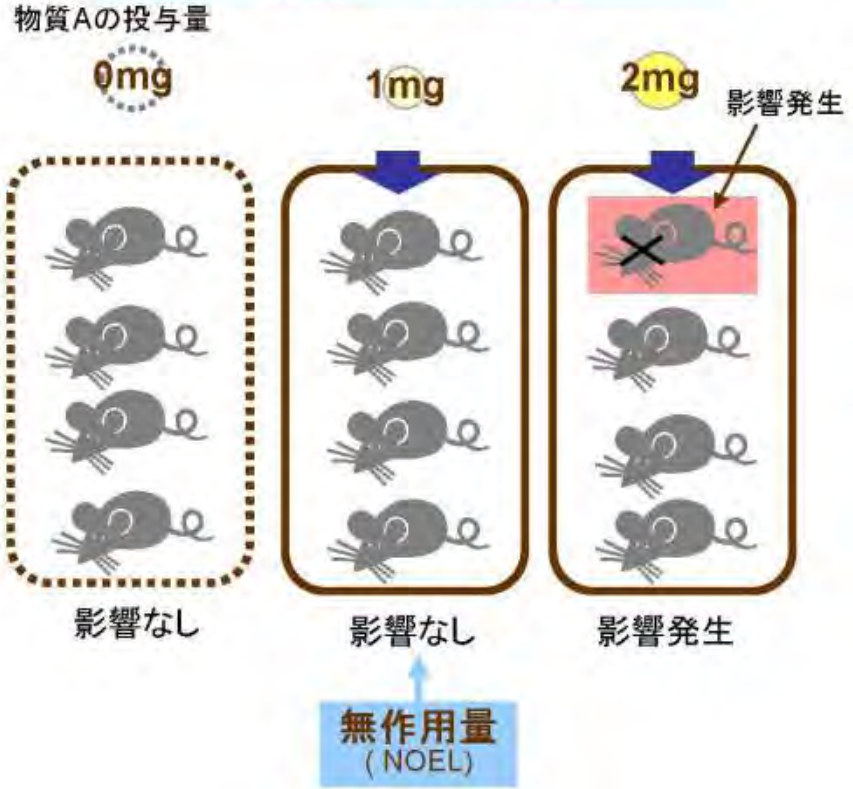


無作用量

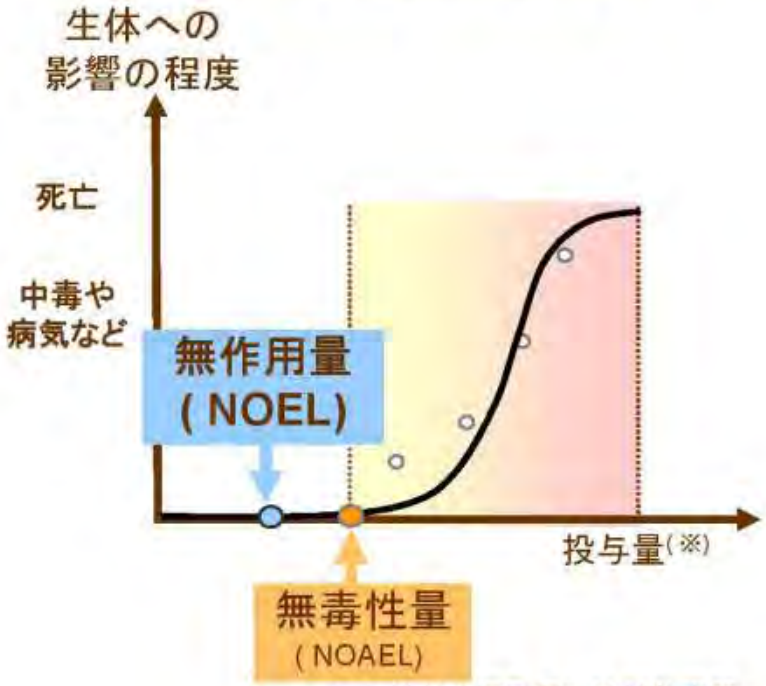
NOEL: No Observed Effect Level (最大無作用量、無影響量、最大無影響量)

- ある物質について何段階かの異なる投与量を用いて毒性試験を行ったとき、投与群が対照群と比べて生物学上何の影響もないと言えるときの最大投与量のこと。
- 最大無作用量、無影響量、最大無影響量ともいう。

物質Aの無作用量



量・影響の関係と無作用量



(※) 横軸 (摂取量) は対数表記

関連用語:無毒性量

安全係数

Safety Factor（不確実係数 UF: Uncertainty Factor）

- ある物質について、一日摂取許容量や耐容一日摂取量等を設定する際、無毒性量に対して、更に安全性を考慮するために用いる係数。
- 無毒性量を安全係数で割ることで一日摂取許容量や耐容一日摂取量を求めることができる。
- 動物実験のデータを用いてヒトへの毒性を推定する場合、通常、動物とヒトとの種の差として「10倍」、さらにヒトとヒトとの間の個体差として「10倍」の安全率を見込み、それらをかけ合わせた「100倍」を安全係数として用いる。
- データの質により、100以外の係数が用いられることもある。
- 不確実係数ともいう。

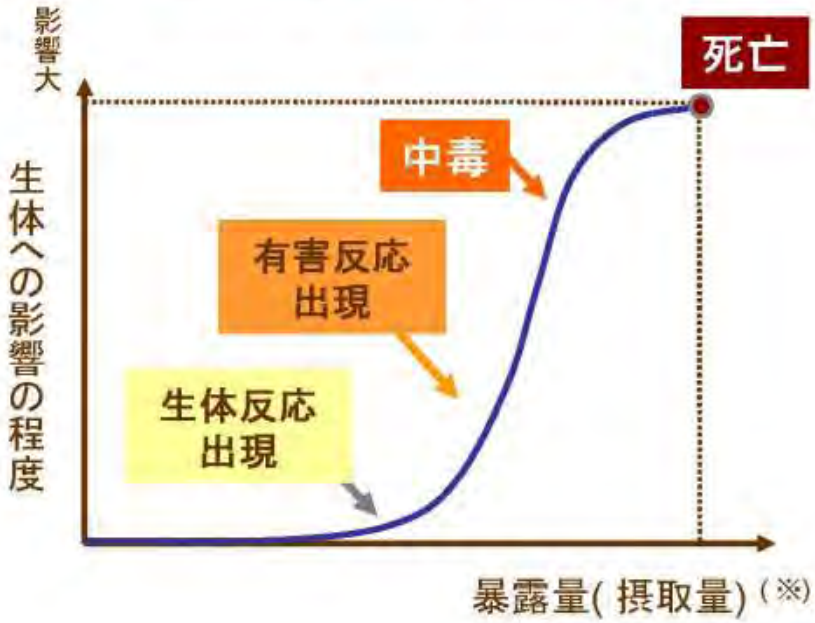
$$\text{一日摂取許容量、耐容一日摂取量} = \frac{\text{無毒性量(NOAEL)}}{\text{安全係数}}$$

用量-反応評価

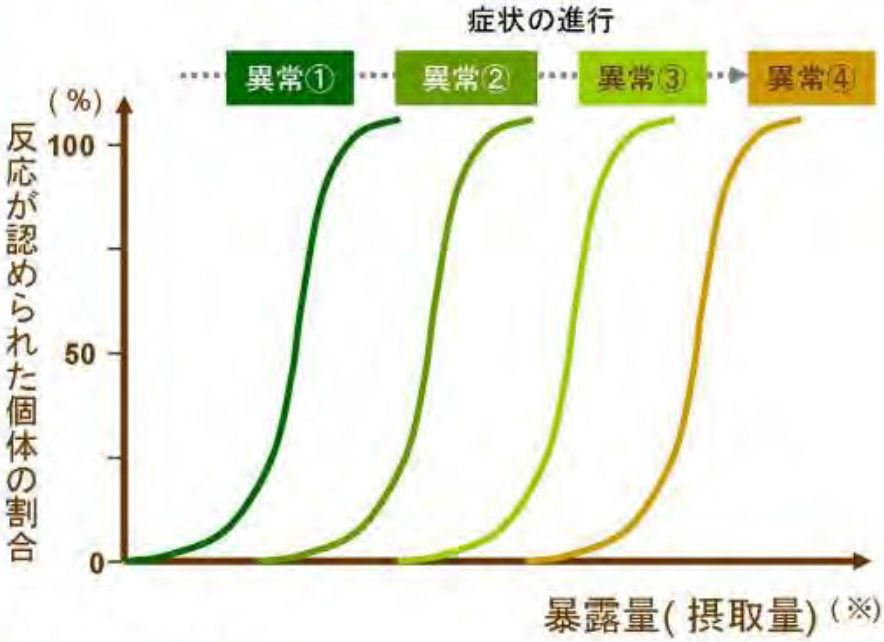
Dose-Response Assessment

- 摂取量と生体反応との関係に基づく評価。
  - 量－影響関係・・・化学物質や微生物の暴露量と、それにより生体がどのような影響を受けるかの関係を表したもの。
  - 量－反応関係・・・あるヒトや動物の集団において、化学物質や微生物の暴露量と、それにより影響を受ける個体の割合の関係を表したもの。

量 - 影響関係(鉛の場合)



量 - 反応関係(鉛の場合)

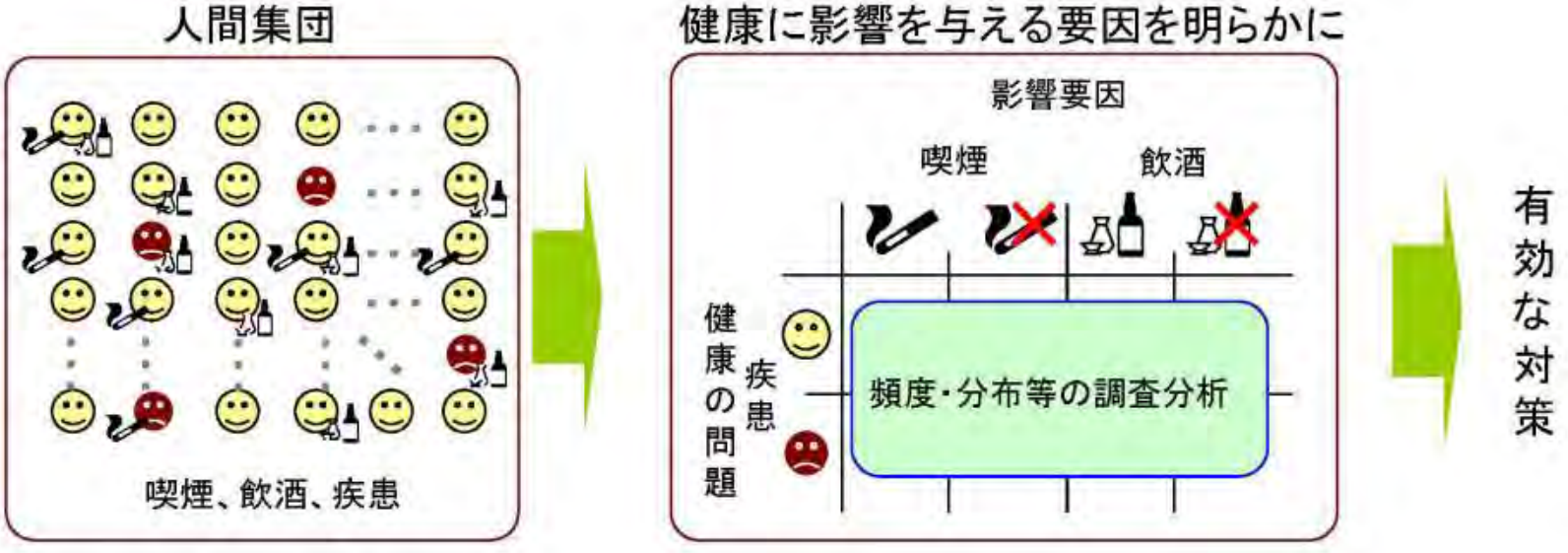


(※)横軸(摂取量) は対数表記

疫学(えきがく)

Epidemiology

- 人間集団の中で起こる健康に関連する様々な問題の頻度と分布、それらに影響を与える要因(例えば、喫煙、飲酒など) を明らかにして、健康に関連する問題に対する有効な対策に役立てる学問。

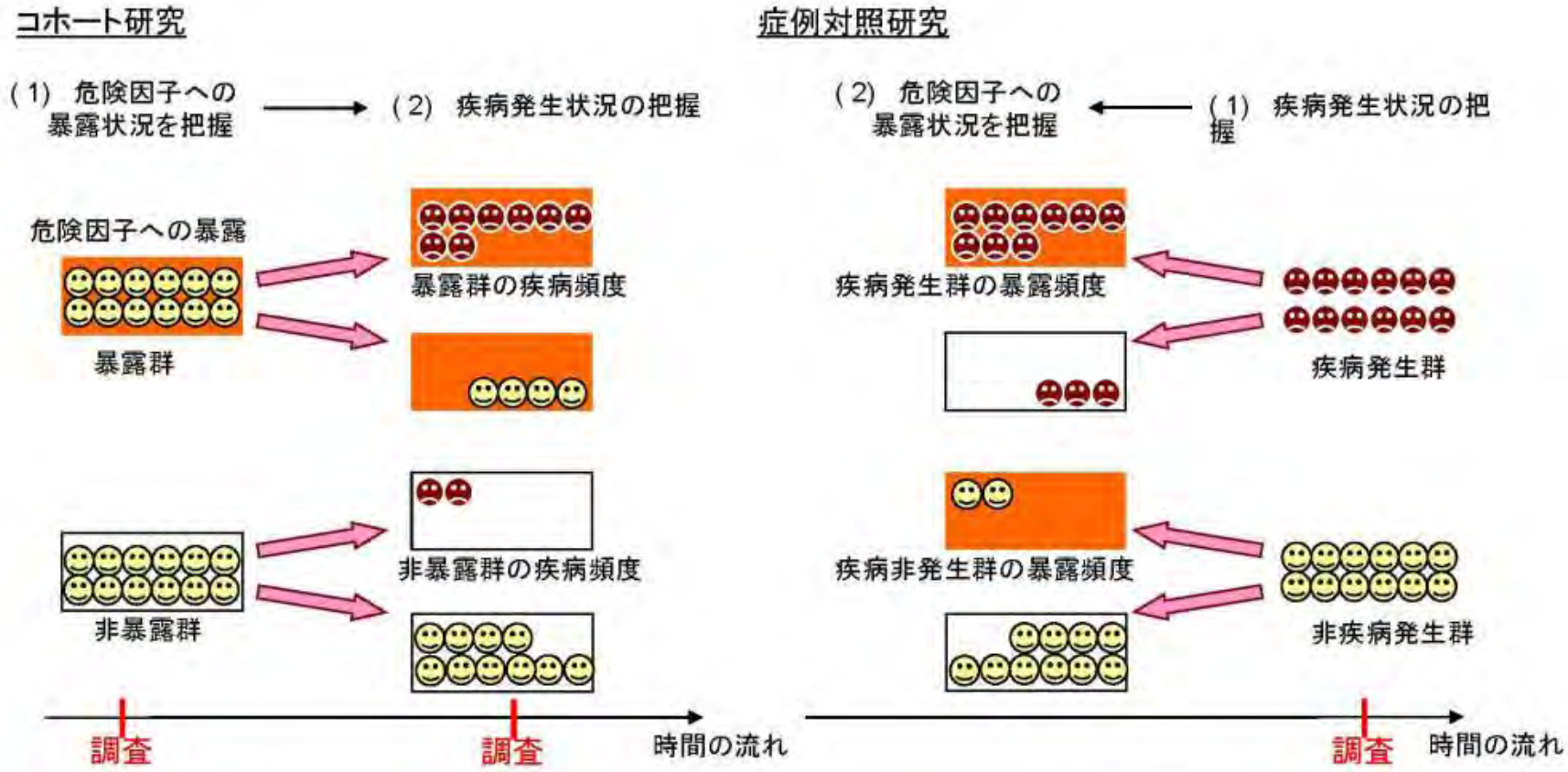


疫学(的) 調査(えきがくちょうさ)

Epidemiological Survey

- 人の健康事象(障害、疾病、死亡など) の頻度と分布、それらに影響を与える要因を明らかにするために行われる調査。

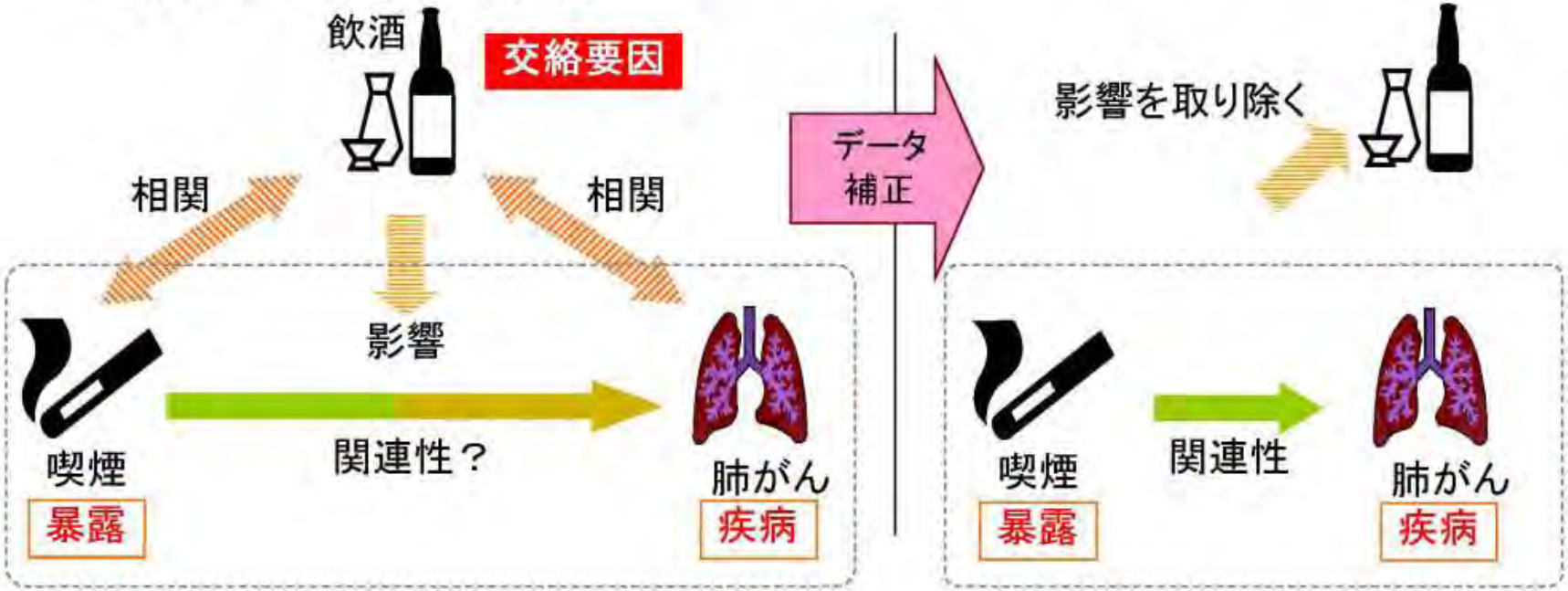
疫学調査の例



交絡(こうらく)

Confounding

- 暴露と疾病の関連性が、第三の要因の影響によって過大又は過小に評価されてしまう現象をいう。
- 例えば、喫煙と肺がんの関連性を調べようとする場合、調べようとする要因(喫煙) 以外の要因(飲酒など) ががんの発生率に影響を与えている可能性もある。
- このとき、飲酒が交絡要因に該当し、飲酒が調査に影響を与えないように、データを補正する必要がある。



in vivo

イン･ビボ

- ラテン語で、「生体内で」という意味です。生化学や分子生物学などの分野で、in vitroとは異なって各種の条件が人為的にコントロールされていない生体内で起きている反応・状態という意味で使われる。

人為的にコントロールされていない生体内の反応

対義語 in vitro

人為的にコントロール
されている生体外での反応

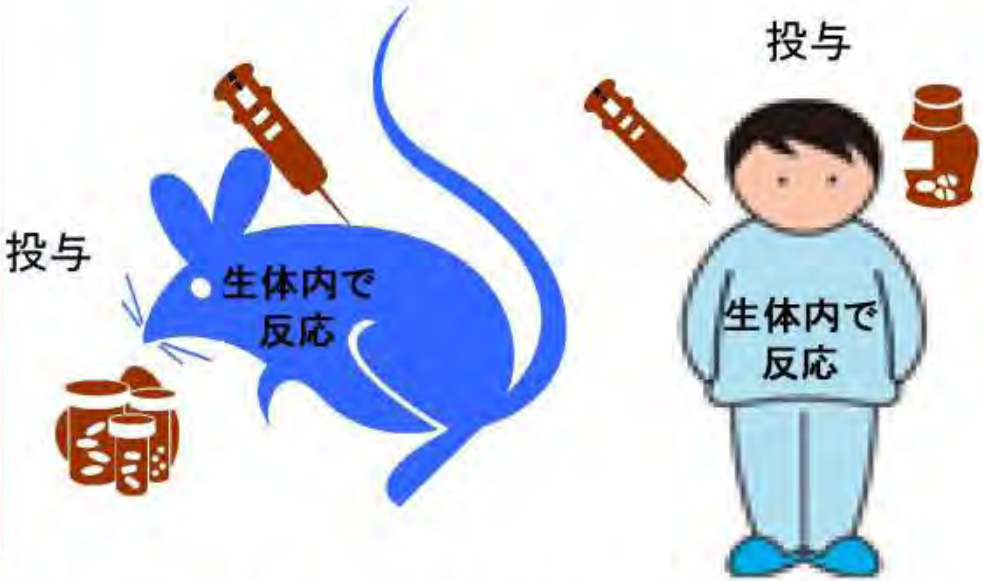
in vitro

イン・ビトロ

- ラテン語で、「試験管内で」という意味。
- in vivoの対義語で、生体内で営まれている機能や反応を試験管内など生体外に取り出して、各種の実験条件が人為的にコントロールされた環境(理想的には、未知の条件が殆ど無い) で起きている反応・状態という意味で使われる。

人為的にコントロール
されている生体外での反応

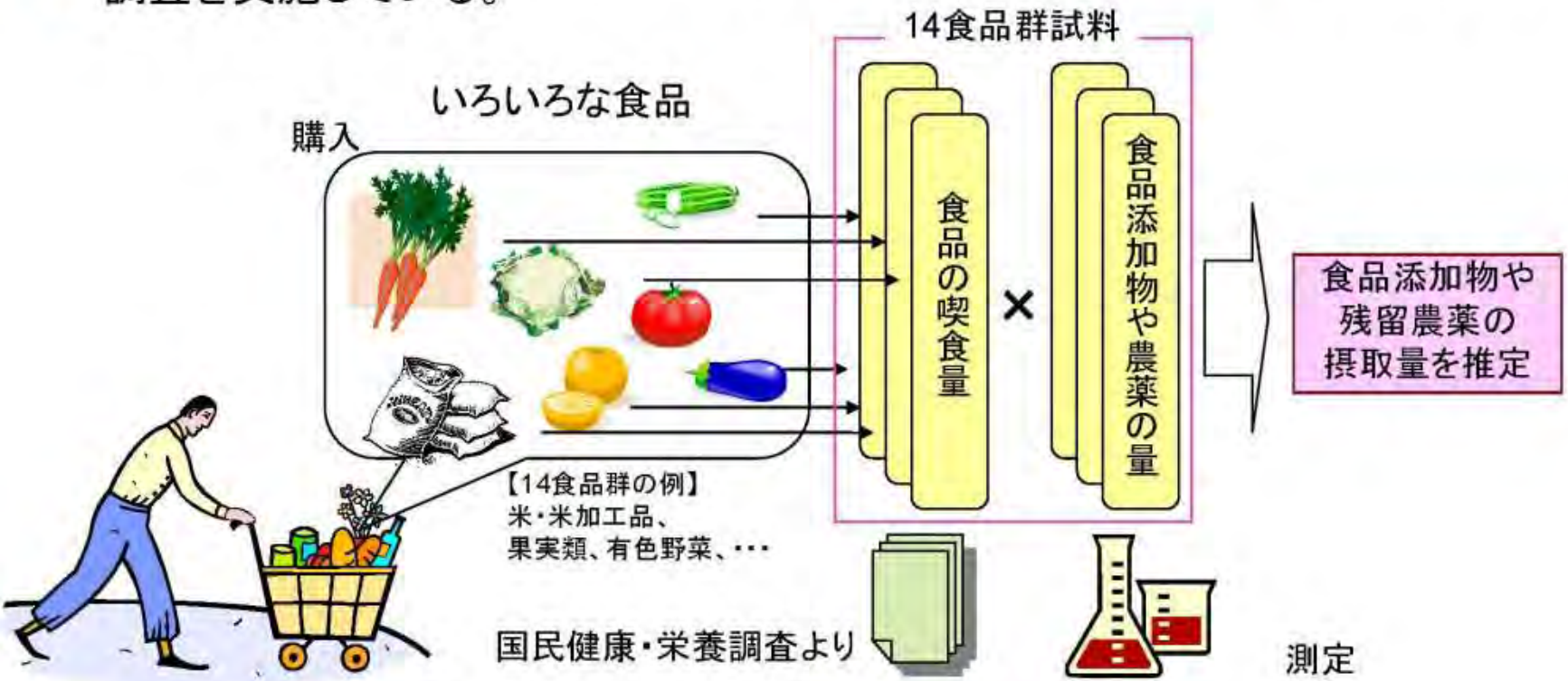
対義語 in vivo



人為的にコントロールされていない生体内の反応

マーケットバスケット方式

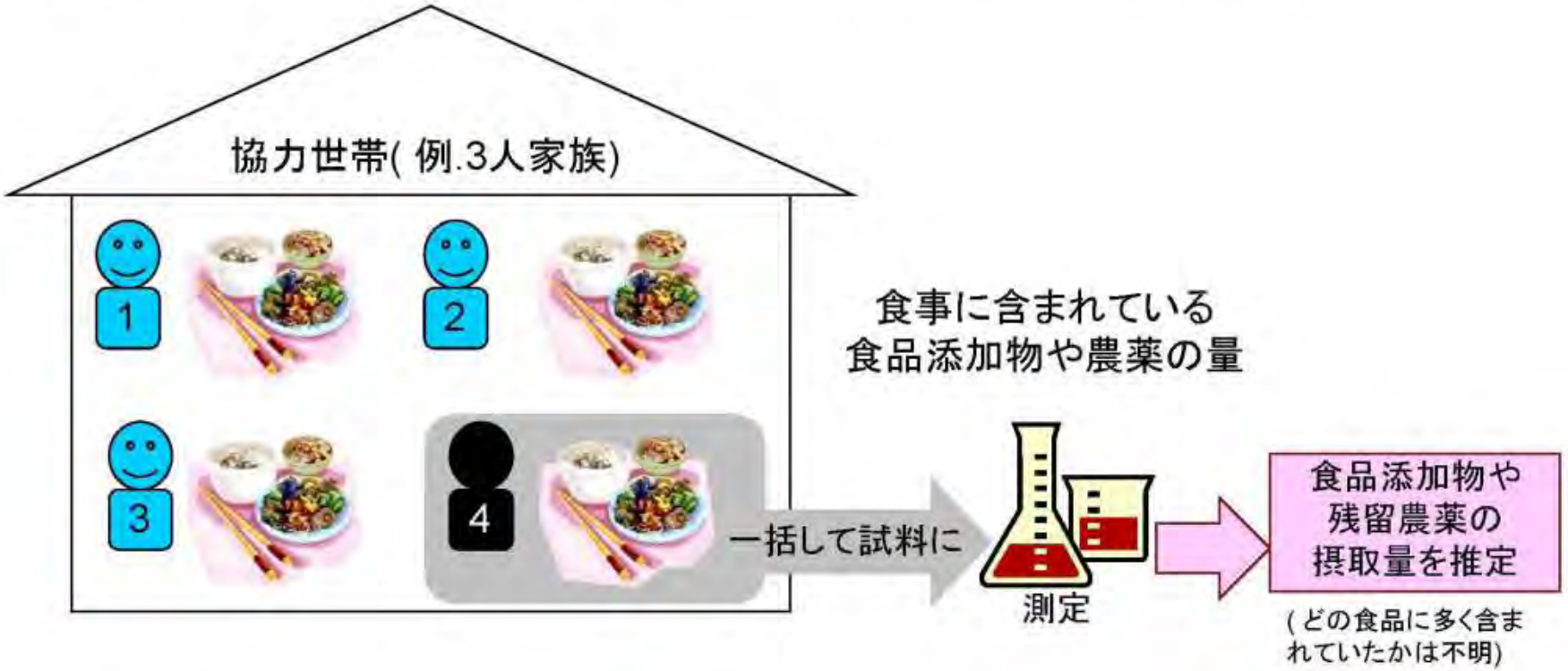
- 食品添加物や農薬などを実際にどの程度摂取しているかを把握するため、スーパー等で売られている食品を購入し、その中に含まれている食品添加物等の量を測り、その結果に国民健康・栄養調査に基づく食品の喫食量を乗じて摂取量を推定するもの。
- これを用いて食品添加物一日摂取量調査や食品中残留農薬一日摂取量実態調査を実施している。



陰膳方式(かげぜんほうしき)

Duplicated Method / Tray for Absent One

- 調査対象者が食べた食事と全く同じものの1日分を食事試料として、食事全体を一括して分析し、1日の食事中に含まれる食品添加物や農薬などの摂取総量を測定する。
- これにより、調査対象者が食べた食品に由来する化学物質の摂取量を推定する方法のこと。
- 通常は、調査に協力してもらう家庭で1人前多く食事をつくってもらい、それを試料とする。



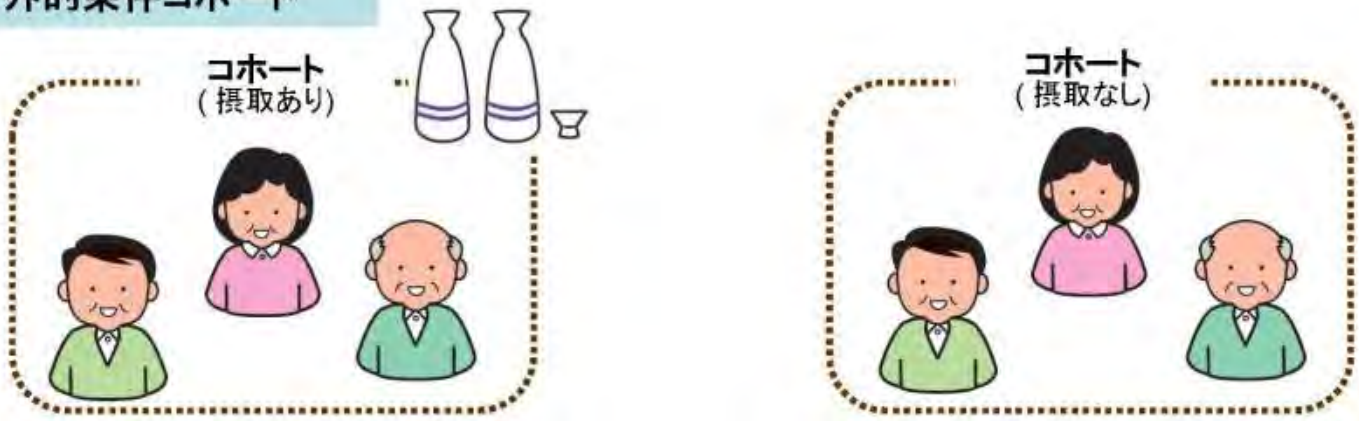
コホート

Cohort

- 属性(例えば、年齢、職業、民族など) を同じくする集団、あるいは同じ外的条件(例えば特定物質を摂取したなど) を受けた集団のこと。

(例) 年齢コホート

(例) 外的条件コホート



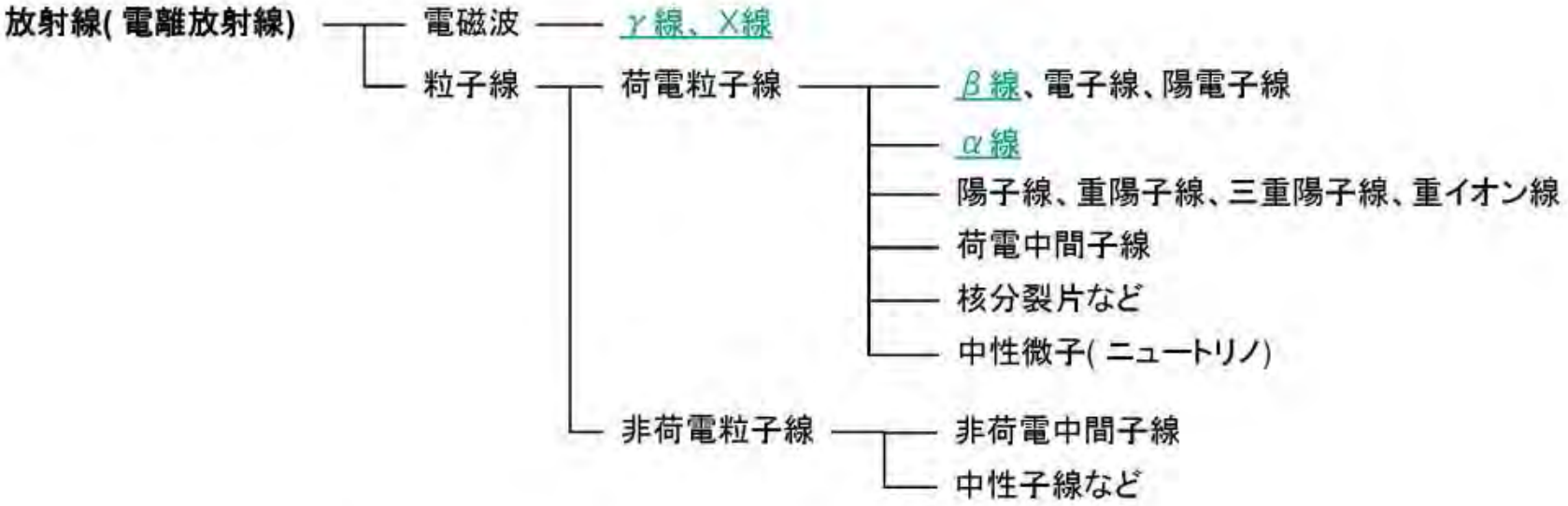
第2章リスク評価の結果を理解するために

（7） 放射性物質

放射線、電離放射線

放射線 Radiation, 電離放射線 Ionizing Radiation

- 高いエネルギーをもって流れる物質粒子と高エネルギーの電磁波すなわち極めて波長の短い電磁波の総称。普通は、直接または間接にその物質の原子を電離(イオン化) する能力を持つ放射線(電離放射線) を指す。

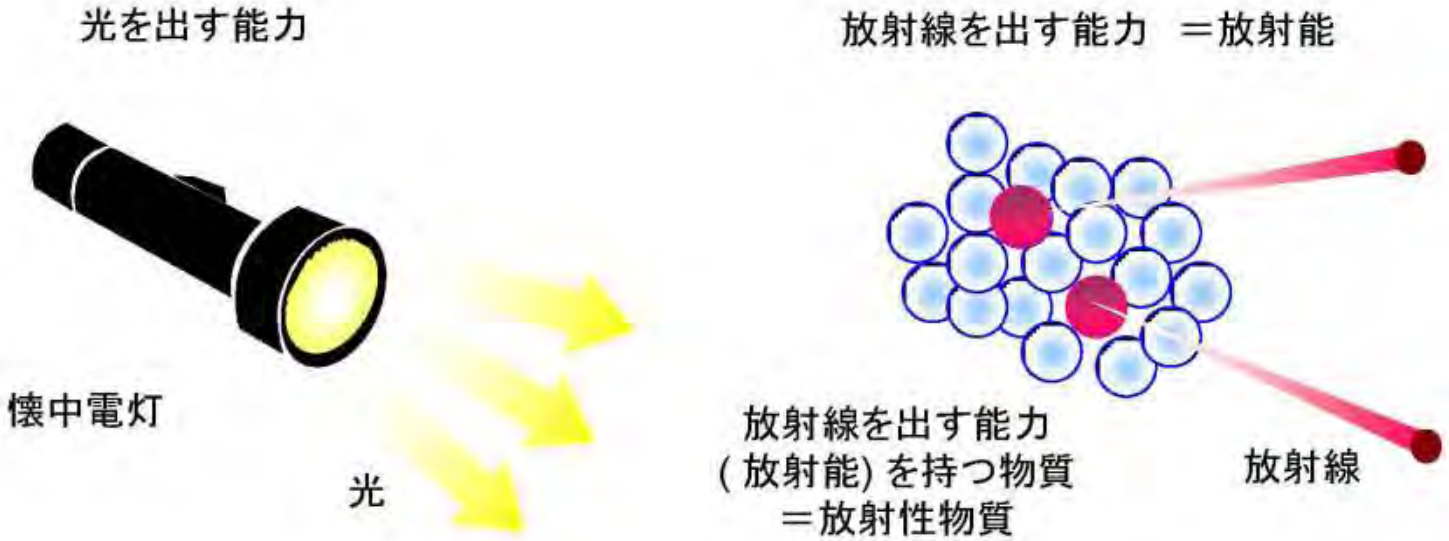


非電離放射線 ── 電磁波 ── 電波、マイクロ波、赤外線、可視光線、紫外線など

放射線、放射能、放射性物質

放射線 Radiation, 放射能 Radioactivity, 放射性物質 Radioactive Material

- 放射能とは、放射線を出す能力のことをいう。
- 放射線を出す能力(放射能) を持つ物質を放射性物質という。
- 懐中電灯で例えると、光が放射線、光を出す能力が放射能、懐中電灯が放射性物質にあたる。



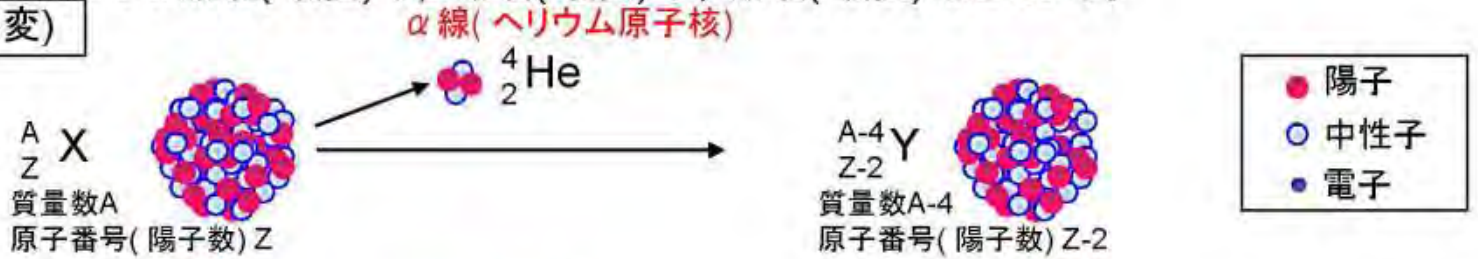
放射線を出す能力を持つ物質(放射性物質) を
放射能と呼んでいる場合も見受けられます。

放射性崩壊、壊変

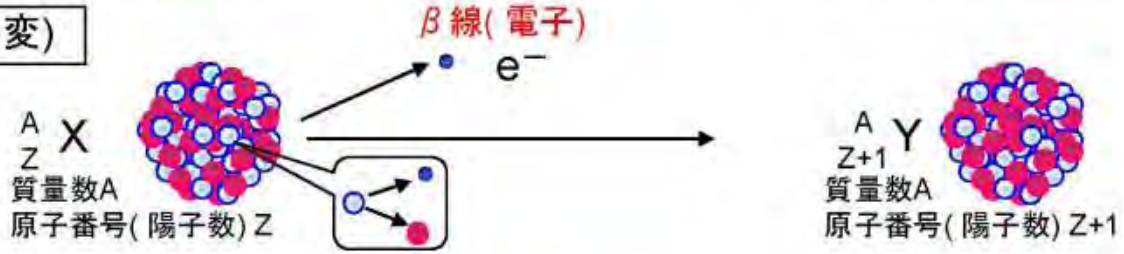
放射性崩壊 Radioactive Decay, 壊変 Disintegration

- 安定でない核種が放射線を放出したり、自発的に核分裂して、別の核種(原子の種類) に変わること。
- 原子がα(アルファ) 線、β(ベータ) 線、γ(ガンマ) 線を放出すれば別の核種に変わる。放出する放射線によってα崩壊(壊変) 、β崩壊(壊変) 、γ崩壊(壊変) などという。

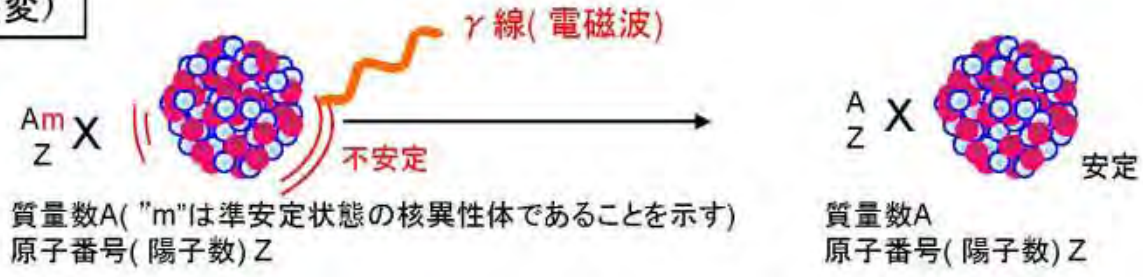
α崩壊(壊変)



β崩壊(壊変)



γ崩壊(壊変)



α線、β線、γ線、X線、中性子線

画面をクリックするとアニメーションが進みます

α(アルファ) 線 α-ray

- ヘリウムの原子核と同じ中性子2個と陽子2個からなるα粒子の流れをいう。物質を通り抜ける力(透過力) は弱く、薄い紙一枚程度で遮ることができる。

β(ベータ) 線 β-ray

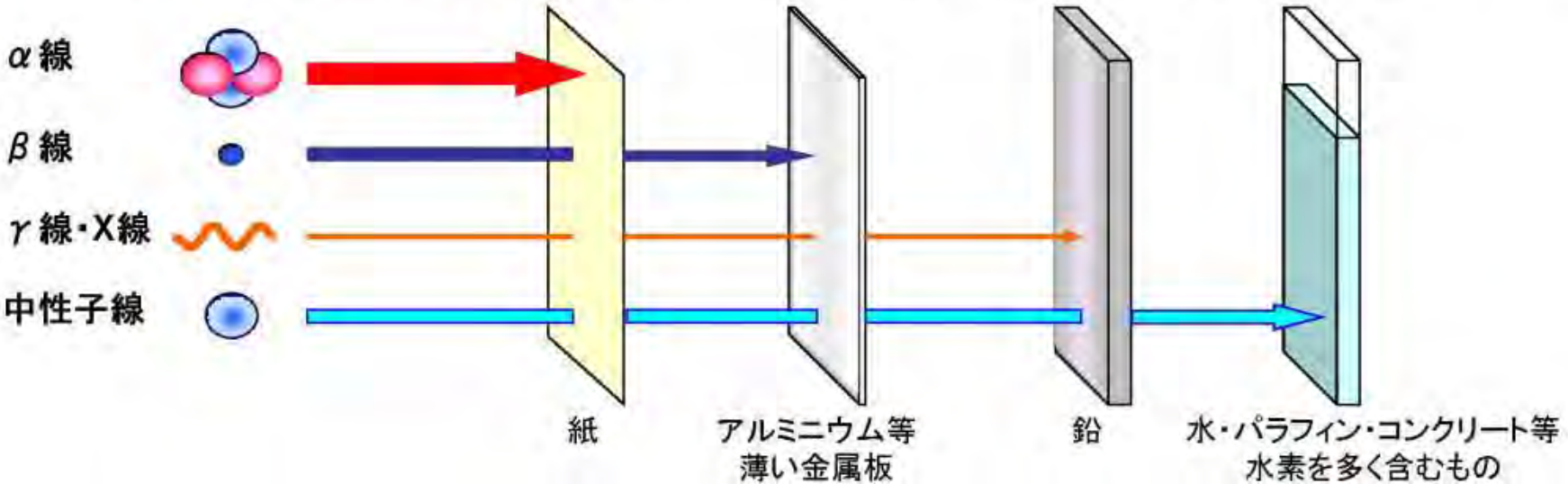
- β崩壊の際に放出されるβ粒子ともいわれる電子の流れ。連続的なエネルギー分布を有している。物質への透過力はα線より大きく、薄いアルミニウム板で遮へいすることができる。

γ(ガンマ) 線 γ-ray ／ X(エックス) 線 X-ray

- 核分裂、放射性崩壊の過程で不安定な原子核が放出する非常に波長の短い電磁波もしくは、電子と陽電子の衝突・消滅によって発生する電磁波をいう。γ線は物質を透過する力がα線やβ線に比べて強い。
- X線はγ線と同様の電磁波だが、γ線は原子核内で発生、X線は原子核外で発生したものをいう。

中性子線 Neutron Beam

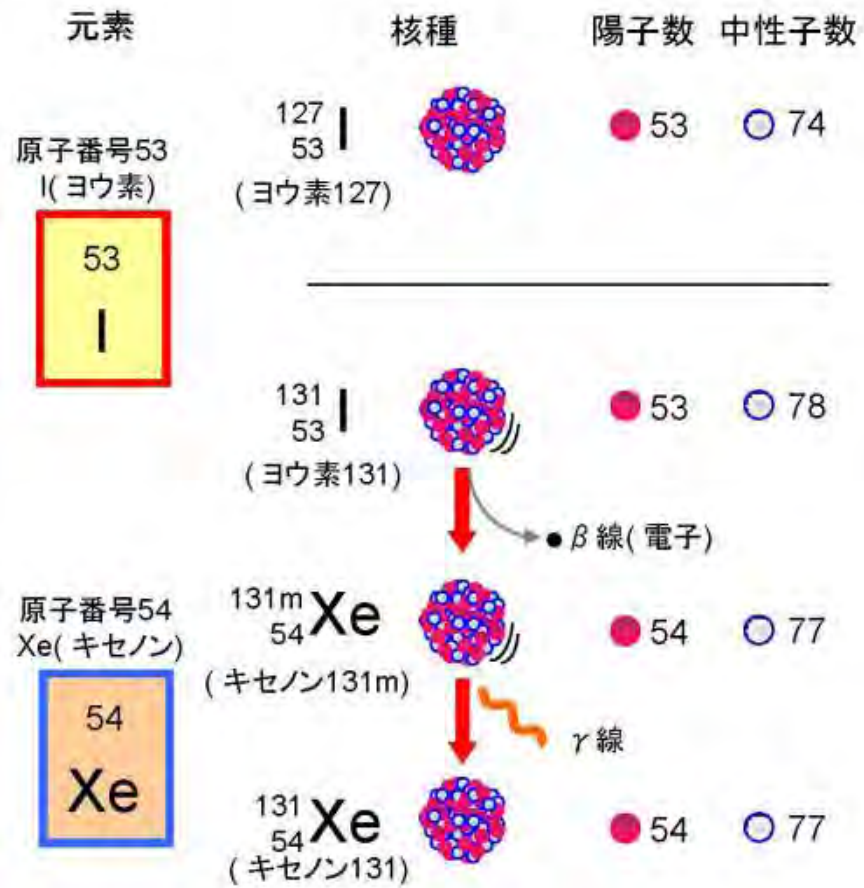
- 中性子の流れ。電荷を持たず、透過力がα線やβ線、γ線に比べて強い。水やパラフィン、厚いコンクリートで止めることができる。吸収された線量が同じであれば、γ線よりも中性子線の方が人体に与える影響は大きい。



核種

Nuclide

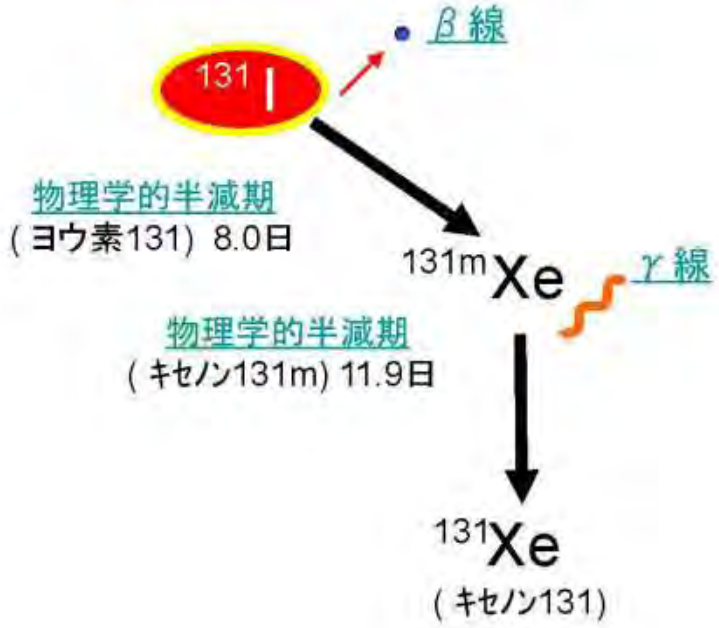
- 原子核の中に含まれる陽子及び中性子の数、原子核のエネルギー状態で定められる一つ一つの原子の種類。



ヨウ素(ヨウ素131)

Iodine(Iodine-131)

- ヨウ素131は、核分裂によって生成し、環境汚染及びヒトに対する放射線量という観点から、最も重要な放射性物質の一つと考えられている。
- 物理学的半減期は8.0日。
- 口から摂取されたヨウ素は容易に消化管から吸収され、血中に入った後、10～30%は甲状腺に蓄積し、残りは体内から排泄されます。

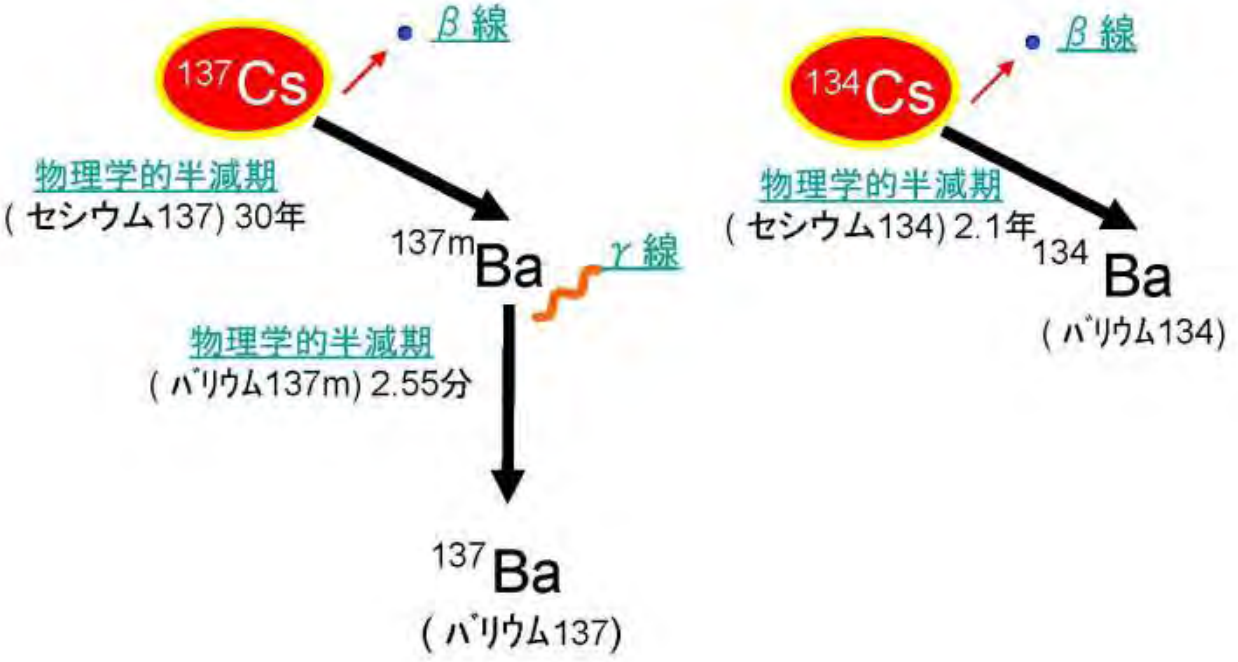


生物学的半減期
- 乳児 11日
- 5 歳児 23日
- 成人 80日

セシウム(セシウム134、137)

Cesium(Cesium-134,137)

- 放射性物質としてのセシウムは主に11種類あることが知られている。セシウム134、セシウム137は人工放射性物質で、核分裂によって生成し、物理学的半減期はそれぞれ2年と30年である。
- 体内に残存する際、特定の臓器に蓄積する性質(親和性) はない。



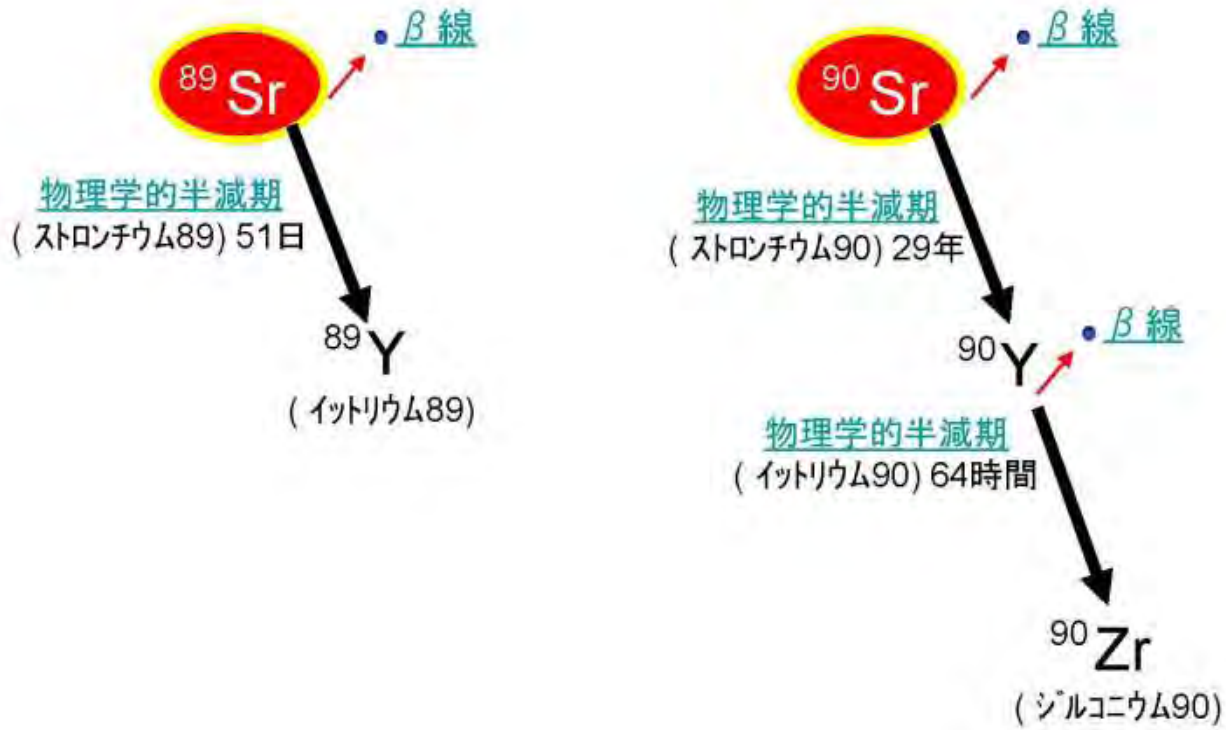
生物学的半減期

・～1歳	9日
・～9歳	38日
・～30歳	70日
・～50歳	90日

ストロンチウム

Strontium

- 原子記号Sr、原子番号38
- 26種類の放射性同位体があるが、特に重要なのはストロンチウム89と90。物理学的半減期はそれぞれ51日と29年。
- カルシウムとともに人体組織の骨に沈着する性質がある。



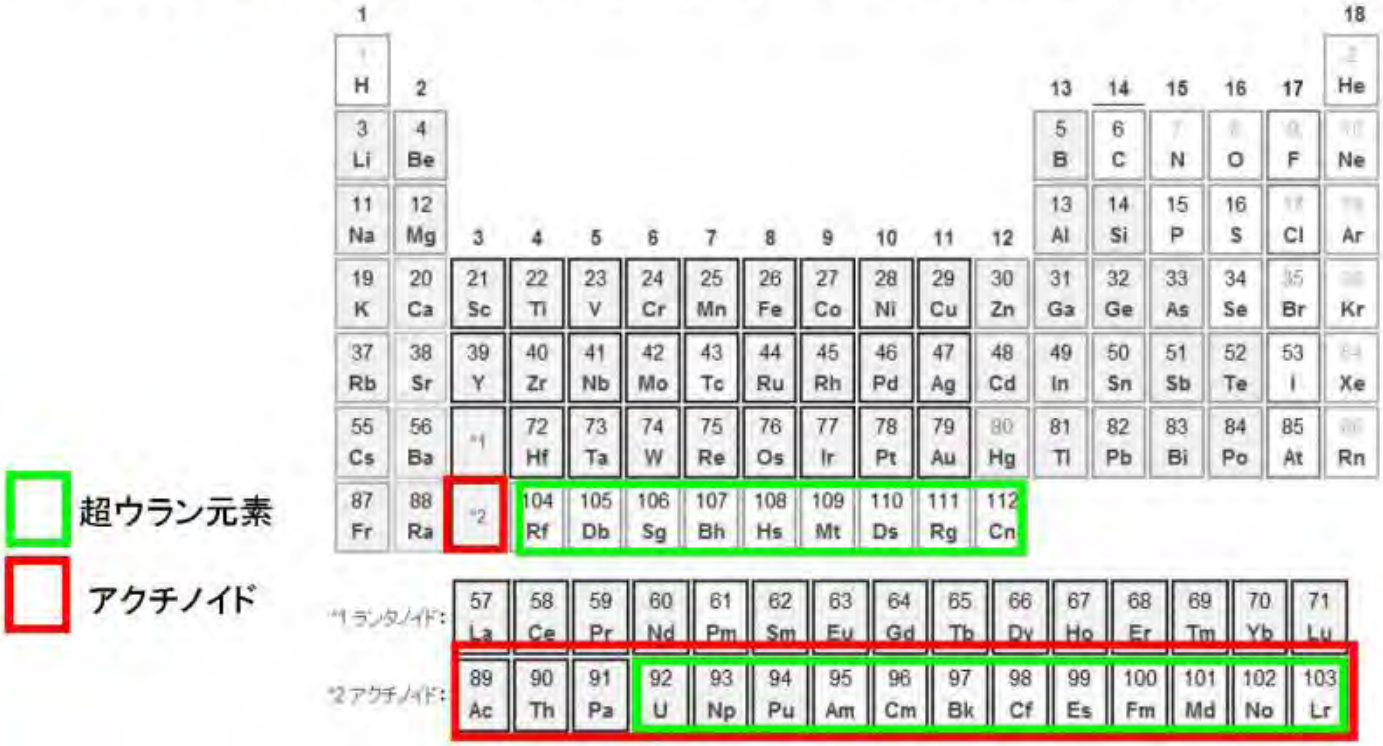
超ウラン元素、アクチノイド

超ウラン元素：Transuranic Element, TRU

- 原子番号92 のウランより大きな原子番号を持つ元素で、いずれも人工放射性核種。

アクチノイド：Actinoid

- 原子番号89 の元素アクチニウムを代表として、化学的性質が極めて類似した一連の元素の総称。いずれも放射性元素である。
- これに属する元素は、アクチニウム(Ac) 、トリウム(Th) 、プロトアクチニウム(Pa) 、ウラン(U) 、ネプツニウム(Np) 、プルトニウム(Pu) 、アメリシウム(Am) 、キュリウム(Cm) 、バークリウム(Bk) 、カリホルミウム(Cf) 、アインスタイニウム(Es) 、フェルミウム(Fm) 、メンデレビウム(Md) 、ノーベリウム(No) 、ローレンシウム(Lr) 。

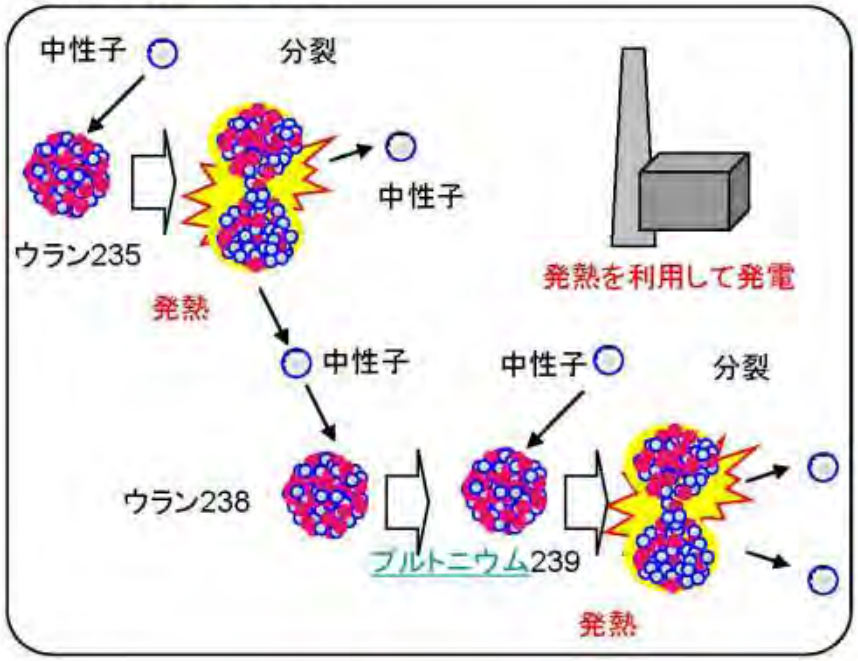


ウラン

Uranium

- ウランはアクチノイド元素の一つ。自然界にはウラン238、ウラン235、ウラン234が存在する。物理学的半減期は約25万年～ 約45億年と非常に長い。
- 口から摂取されたウランは、ほとんどが数日以内に排泄される。吸収されたウランのうち少量(0.2～5%) が血中に入り、主に骨(血中に入った量の約22%) 、腎臓(同約12%) に蓄積し、残りは体全体に分布(同約12%) して、その後に排泄される。腎臓に達したウランのほとんどは数日以内に尿中に排泄されるが、骨に沈着した場合は長期間にわたって残る。

原子炉内部での反応



物理学的半減期
約25万年
～約45億年

※ 化学物質としての毒性もある。

自然放射線

Natural Radiation (Background)

- 宇宙線およびウラン、ラジウム、トリチウム、カリウムのような自然界にある放射性元素から出る放射線をいう。その量は地質により放射性元素の量や種類が異なるため、地域によっても差がある。日本人が1年間に受ける放射線量の平均は1.5mSv/年である。

自然放射線から受ける線量(日本人平均)

1人あたりの年間線量(mSv／年)

(世界平均は2.4mSv)

体内の放射性物質

(体重65.3kgの日本人男性の場合)

炭素	3,599Bq
カリウム	3,956Bq
ルビジウム	267Bq
ウラン	1Bq
ポロニウム210	18Bq
鉛210	15Bq
合計	7,589Bq

通常の食品に含まれる放射性物質(カリウム40)

食品名	放射能	食品名	放射能
干し昆布	2,000Bq/kg	魚	100Bq/kg
干し椎茸	700Bq/kg	牛乳	50Bq/kg
お茶	600Bq/kg	米	30Bq/kg
ドライミルク	200Bq/kg	食パン	30Bq/kg
生わかめ	200Bq/kg	ワイン	30Bq/kg
ほうれん草	200Bq/kg	ビール	10Bq/kg
牛肉	100Bq/kg	清酒	1Bq/kg

出典:原子力百科事典ATOMICA

半減期(物理学的半減期、生物学的半減期、実効半減期)

物理学的半減期 Physical Half-Life

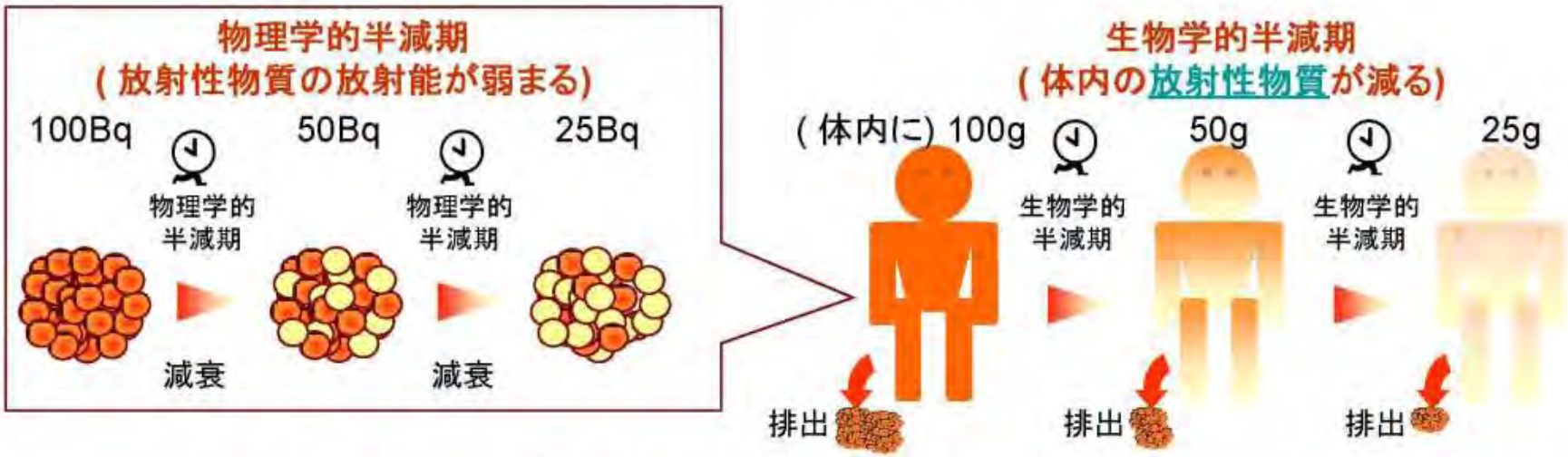
- 放射性物質の放射能の強さがもとの半分になるまでの時間。半減期の長さは核種に固有である。

生物学的半減期 Biological Half-Life

- 消化管等から吸収され、体内にとり込まれた放射性物質が、代謝や排泄などの生物学的な過程により体外に排出され、半減するのに要する時間。放射性物質が生物体に摂取された場合、放射性物質の崩壊による減少だけでなく、生理的に体外に排出されることでも減少する。

実効半減期 Effective Half-Life

- 体内に取り込まれた放射性物質の量が、生物学的排泄作用(生物学的半減期) および放射性物質の物理的壊変(物理学的半減期) の両方の効果によって減少し、半分になるまでの時間。



実効半減期 : T_e　物理学的過程と生物学的過程の両方によって放射能が半分になる期間

物理学的半減期 : T_p

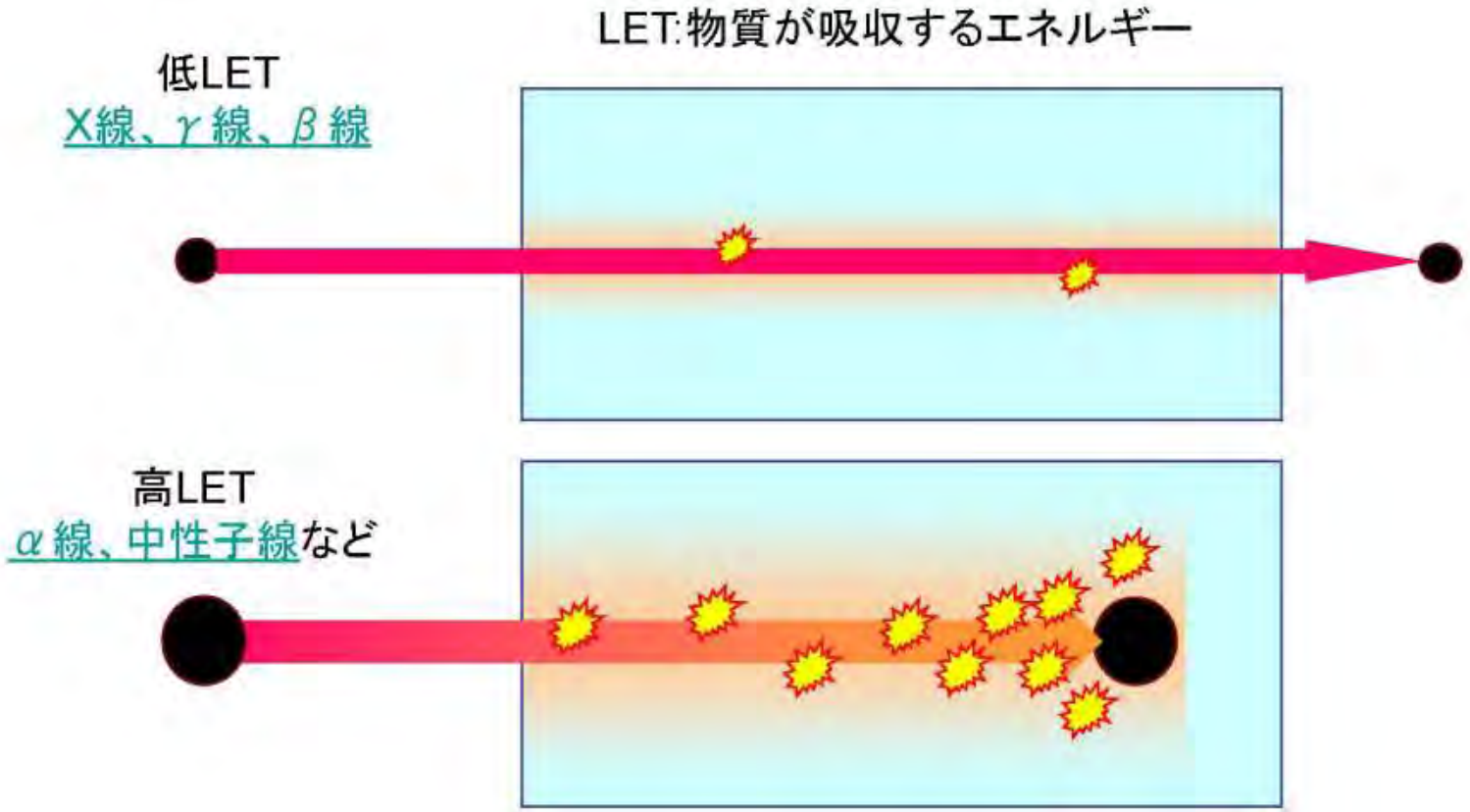
生物学的半減期 : T_b

$$\frac{1}{T_e} = \frac{1}{T_p} + \frac{1}{T_b}$$

LET(線エネルギー付与)

Linear Energy Transfer

- 電離放射線が物質中を通過する際、飛程の単位長さ当たりに平均して失うエネルギーをいう。
- 各種の放射線のうち、X 線、γ 線、β 線はLET が小さいので低LETといい、α 線、中性子線、その他重荷電粒子、核分裂破片のLET は大きいので高LETという。



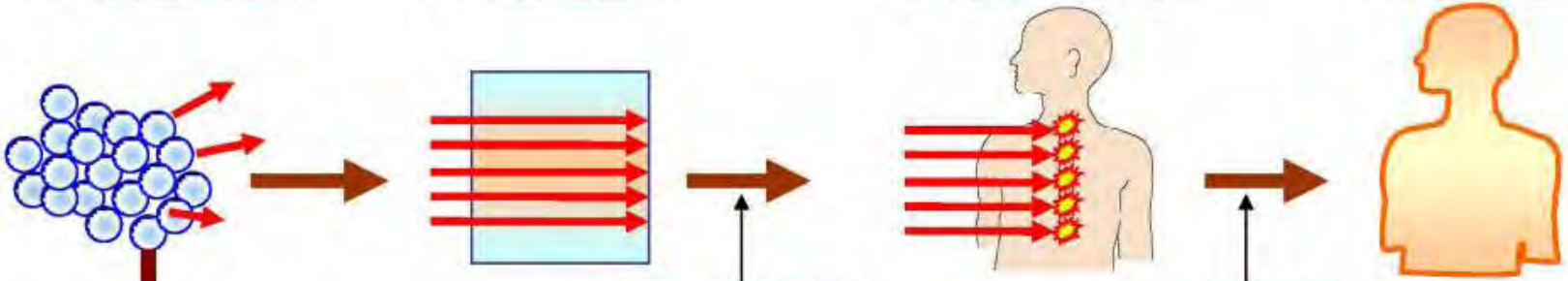
(参考) 放射能、線量、単位、係数の関係

放射能
放射線を出す能力
単位:Bq(ベクレル)

吸収線量
物質が吸収したエネルギー
単位:Gy(グレイ)

等価線量
人体(組織) への影響
単位:Sv(シーベルト)

実効線量
全身被ばくに換算
単位:Sv(シーベルト)



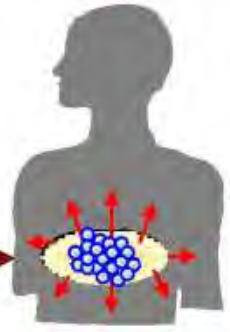
放射線加重係数
放射線の種類による
人体への影響の違いを調整

組織加重係数
被ばくした組織の
感受性の違いを調整

実効線量係数

摂取から50年間(幼児、小児は70歳まで) にわたる
被ばく線量(**預託線量**) に換算

内部被ばく



吸収線量、等価線量

吸収線量 Absorbed Dose

- 質量1kg の物質に放射線によって与えられる平均エネルギーの量。単位はグレイ(Gy) 。
  1Gy=1J/kg。(J(ジュール) はエネルギーの単位：約0.2389 cal(カロリー) に相当)

等価線量 Equivalent Dose

- 放射線の種類やエネルギーを問わず、人体組織への影響を表す量。
- 吸収線量に放射線加重係数(※) を乗じた値。単位は、シーベルト(Sv) 。

吸収線量(Gy)

物質が吸収したエネルギー(J/kg)
(物質1kgが1Jのエネルギーを吸収→1Gy)

放射線の種類による
影響の大きさの違いを反映

吸収線量 1mGy

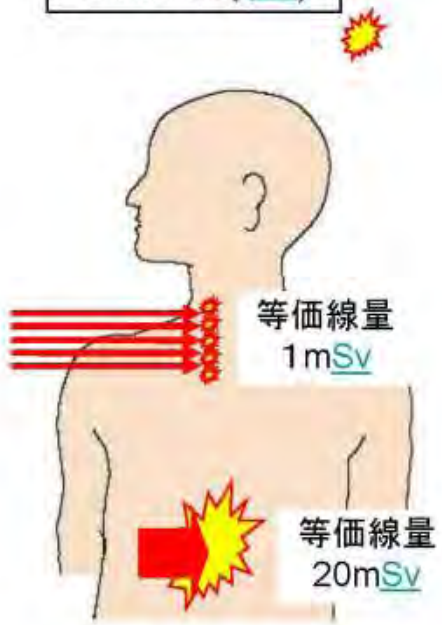
γ線

× 放射線加重係数(※)
(β線・γ線: 1)

吸収線量 1mGy

α線

× 放射線加重係数(※)
(α線: 20)



※ ICRP2007年勧告の翻訳より「加重係数」と表記。それ以前は「荷重係数」と表記されていた。

実効線量

Effective Dose

- 放射線被ばくによる全身の健康影響を評価するための量。
- 実効線量は、人体のすべての特定された組織における等価線量に組織加重係数(※) を乗じたものを、各組織で加算して算出される。単位はシーベルト(Sv) 。

部分被ばくの場合の各組織の被ばく線量
(等価線量)

全身が被ばくした場合の
被ばく線量(実効線量) に換算

実効線量$_{全身}$
＝組織ごとに線量と影響を重み付けした総和
＝($H_{甲状腺} \times W_{甲状腺}$) ＋($H_{胃} \times W_{胃}$) ＋…
＝$\Sigma H_{組織} W_{組織}$

組織	組織加重係数(※)	
	ICRP 2007年勧告	(参考) ICRP 1990年勧告
骨髄(赤色)	0.12	0.12
結腸	0.12	0.12
肺	0.12	0.12
胃	0.12	0.12
乳房	0.12	0.05
生殖腺	0.08	0.20
膀胱	0.04	0.05
食道	0.04	0.05
肝臓	0.04	0.05
甲状腺	0.04	0.05
骨表面	0.01	0.01
脳	0.01	—
唾液腺	0.01	—
皮膚	0.01	0.01
残りの組織	0.12	0.05
合計	1	1

新しい知見により変更されることがある。

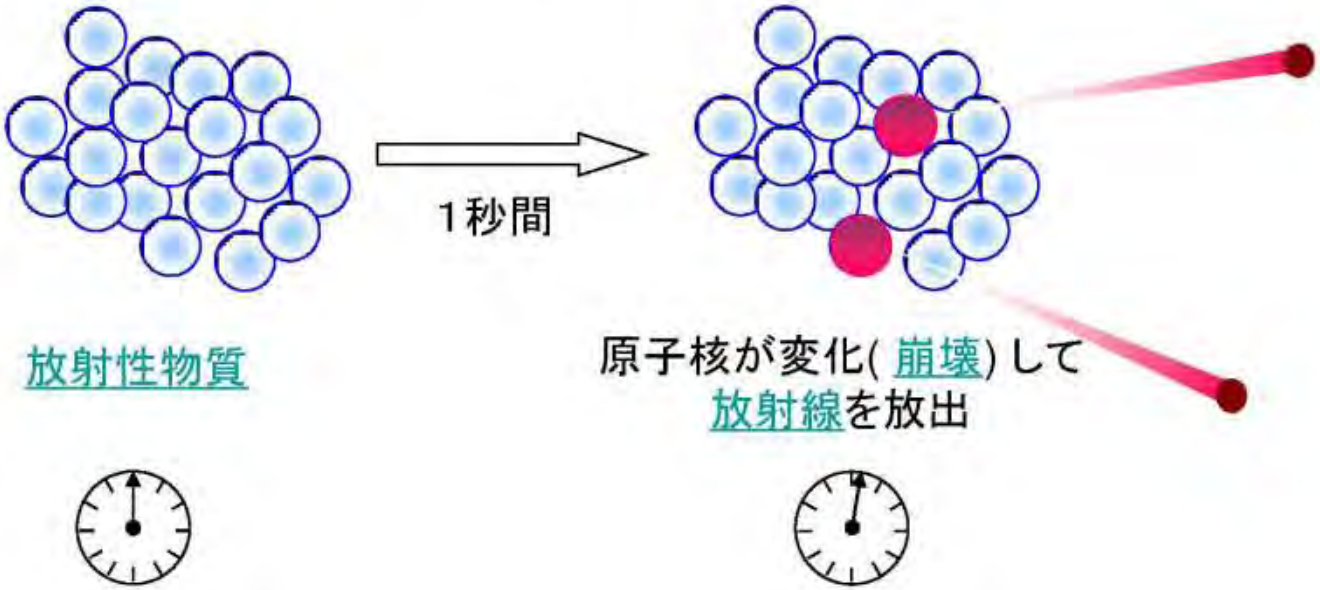
※ ICRP2007年勧告の翻訳より「加重係数」と表記。それ以前は「荷重係数」と表記されていた。

Bq(ベクレル)

Bq

- 放射能の強さを表す単位。1 ベクレルは1 秒間に1 個の原子核が崩壊して放射線を出す放射能の強さのこと。
- なお、従来単位であるCi(キュリー) については、2.7× 10^{-11}Ci が1 Bq となる。

1秒間にいくつの原子核が変化(崩壊) するか？＝1Bq



Gy(グレイ) 、Sv(シーベルト)

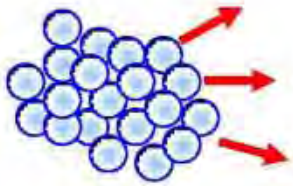
Gy

- 吸収線量のSI(国際単位系) 単位。「吸収線量」参照。

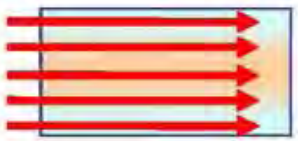
Sv

- 等価線量、実効線量等のSI(国際単位系) 単位の特別の名称。単位は1kg 当たりのJ(J/kg) 。
  (J(ジュール) はエネルギーの単位:約0.2389 cal(カロリー) に相当)
- なお、従来単位であるrem(レム) については、100rem(レム) が1 Svとなる。
- 等価線量(Sv) =吸収線量(Gy) × 放射線加重係数(※)
- 例えば、β線の場合は放射線加重係数(※) は1なのでSv=Gy となる。

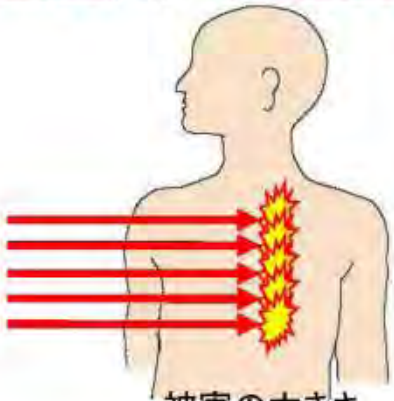
Bq(ベクレル)	Gy(グレイ)	Sv(シーベルト)
放射能(放射線を出す能力) の強さ	物質が吸収したエネルギー	人体への影響(ダメージ) の大きさ 吸収線量(Gy) × 放射線加重係数(※)



例えると: 相手が撃ってくる弾の数



当たった弾の数



被害の大きさ

※ ICRP2007年勧告の翻訳より「加重係数」と表記。それ以前は「荷重係数」と表記されていた。

線量、線量率

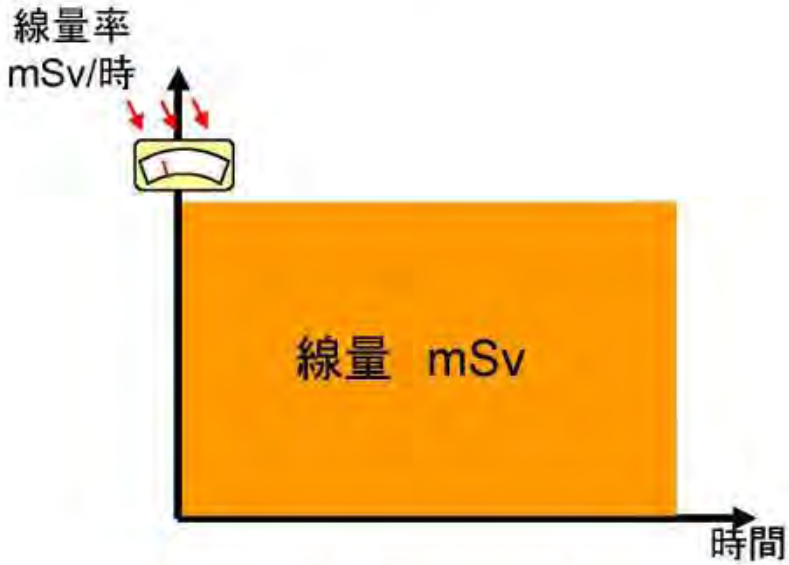
線量 Dose

- 人体等が受けた放射線の量を表す一般的な名称。

線量率 Dose Rate

- 単位時間当たりの放射線の量。

放射線の身体への影響は、その人があびた放射線の積算量(線量、単位はSv) で決まります。
「○○μSv/時」のように時間あたりの量で表される量は線量率といい、その瞬間の放射線の強さを表しています。
例.(空間) 線量率が1μSv/時の場所に1年間いた場合の線量(被ばく線量) は8.76mSvとなります。
1μSv/時×24時間×365日＝8760μSv=8.76mSv

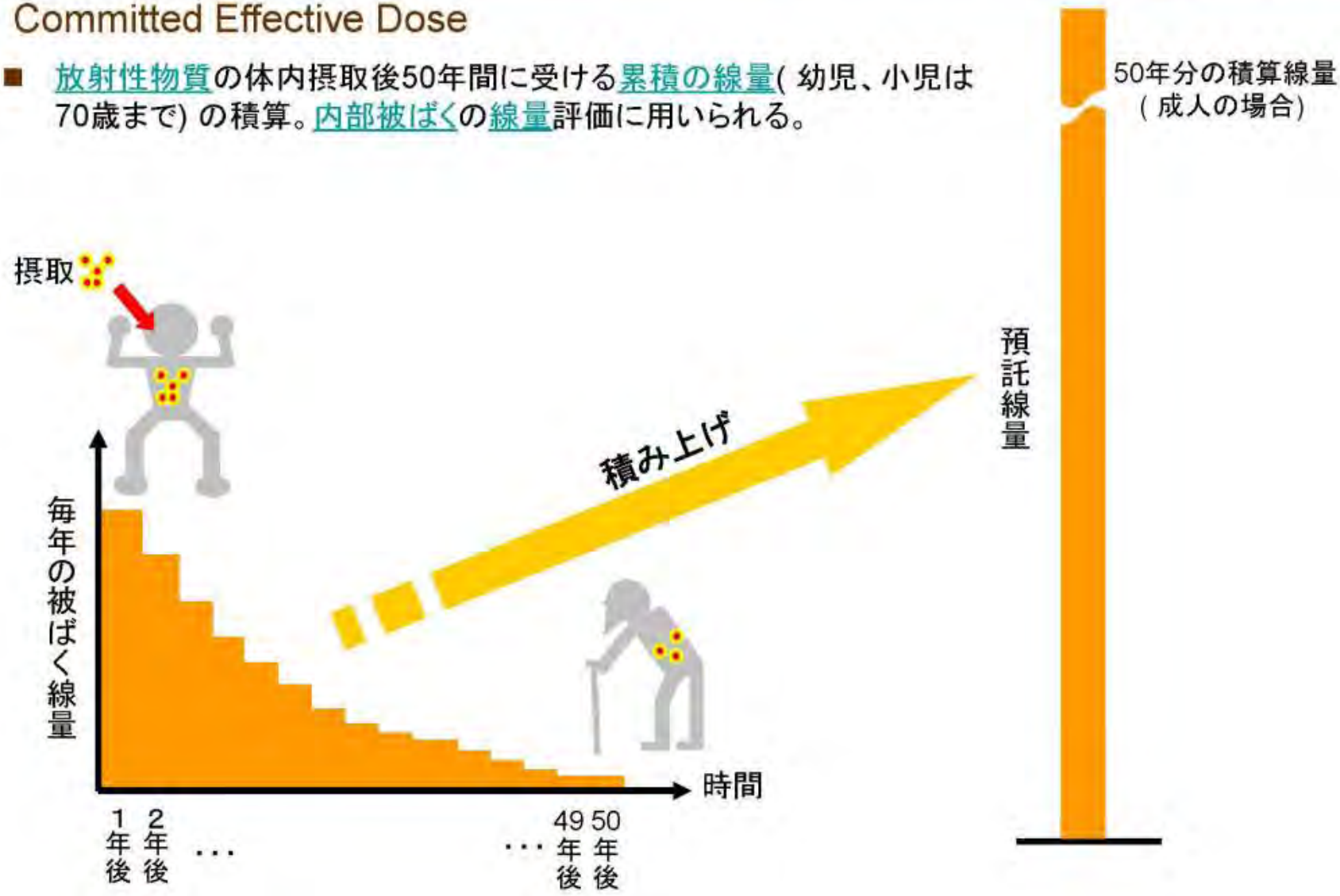


m(ミリ) は千分の1、μ(マイクロ) は百万分の1を表します。

預託線量

Committed Effective Dose

- 放射性物質の体内摂取後50年間に受ける累積の線量(幼児、小児は70歳まで) の積算。内部被ばくの線量評価に用いられる。



実効線量係数

Effective Dose Coefficient

- 摂取した放射性物質の量と被ばく線量の関係を表す係数。
- 核種ごと、摂取経路(経口、吸入等) ごとに、年齢区分(成人、幼児、乳児) ごとに1Bqを経口あるいは吸入により摂取した人の預託実効線量として表される。年齢区分によって異なるのは成人は50年間、子どもでは70歳までに受ける線量を織り込んでいるほか、生物学的半減期や感受性が異なるため。

放射能(Bq) × 実効線量係数(mSv/Bq) = 実効線量(mSv)

放射性セシウム137が1kgあたり500Bq検出された飲食物を1kg食べた場合の人体への影響
500(Bq) ×1.3×10^{-5} ※(mSv/Bq) =0.0065(mSv)
(成人の場合) 摂取から50年の間に0.0065mSvの線量を受ける。

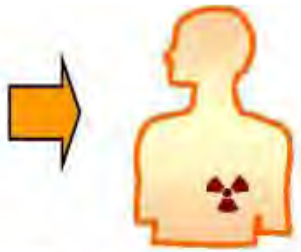
放射性ヨウ素131が1kgあたり300Bq検出された飲食物を1kg食べた場合の人体への影響
300(Bq) ×1.6×10^{-5} ※(mSv/Bq) =0.0048(mSv)
(成人の場合) 摂取から50年の間に0.0048mSvの線量を受ける。

放射能(Bq)

×

		経口摂取	吸入摂取
セシウム137		1.3×10^{-5}	3.9×10^{-5}
ヨウ素131	成人	1.6×10^{-5}	1.5×10^{-5}
	幼児	7.5×10^{-5}	6.9×10^{-5}
	乳児	1.4×10^{-4}	1.3×10^{-4}

実効線量係数(mSv/Bq)
(BqをSvに換算する係数)



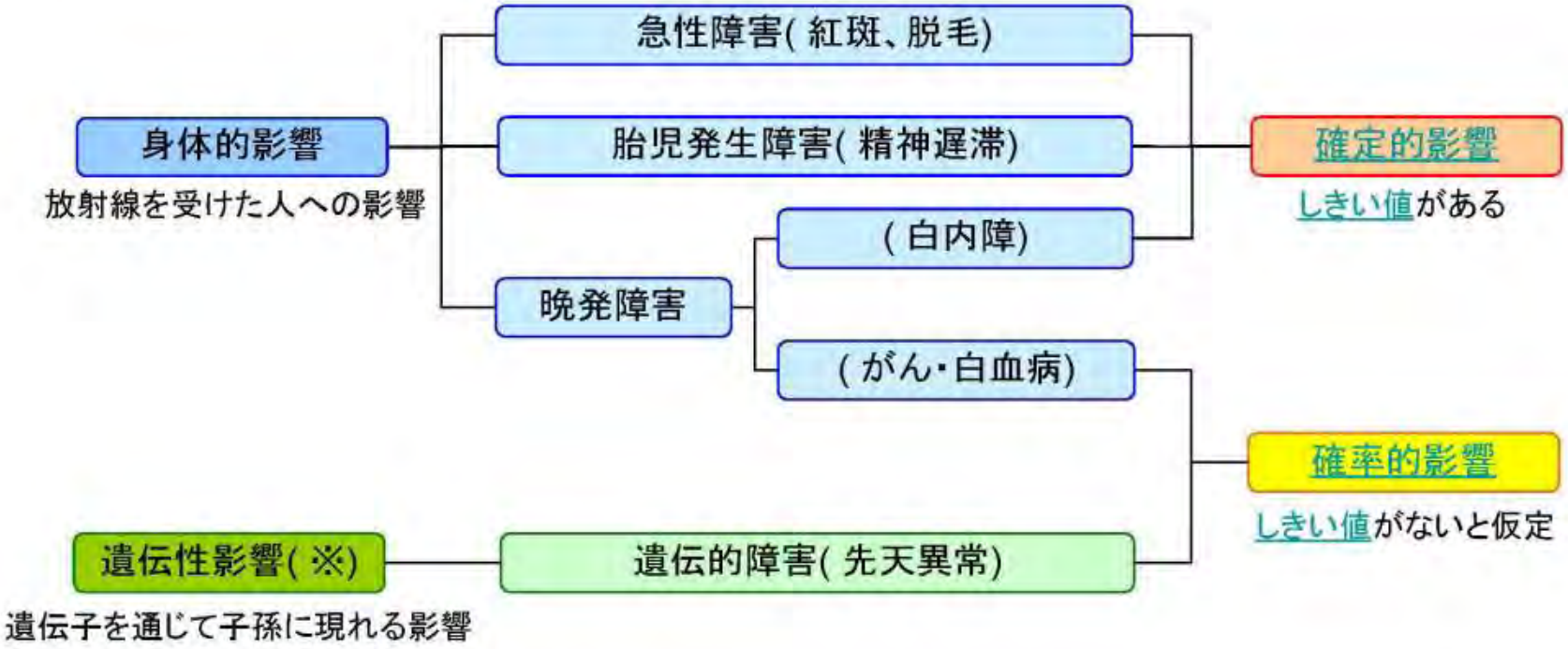
(預託) 実効線量(mSv)

※ いろいろな核種の実効線量係数 → 原子力安全委員会「環境放射線モニタリング指針」

放射線の人体への影響

Radiation Effect

- 放射線の人体への影響は、放射線防護上、しきい値のある確定的影響としきい値なしとした確率的影響に大別される。
- 被ばくした本人への影響である身体的影響と遺伝子を通じて子孫に現れる遺伝性影響(※) にも分類される。

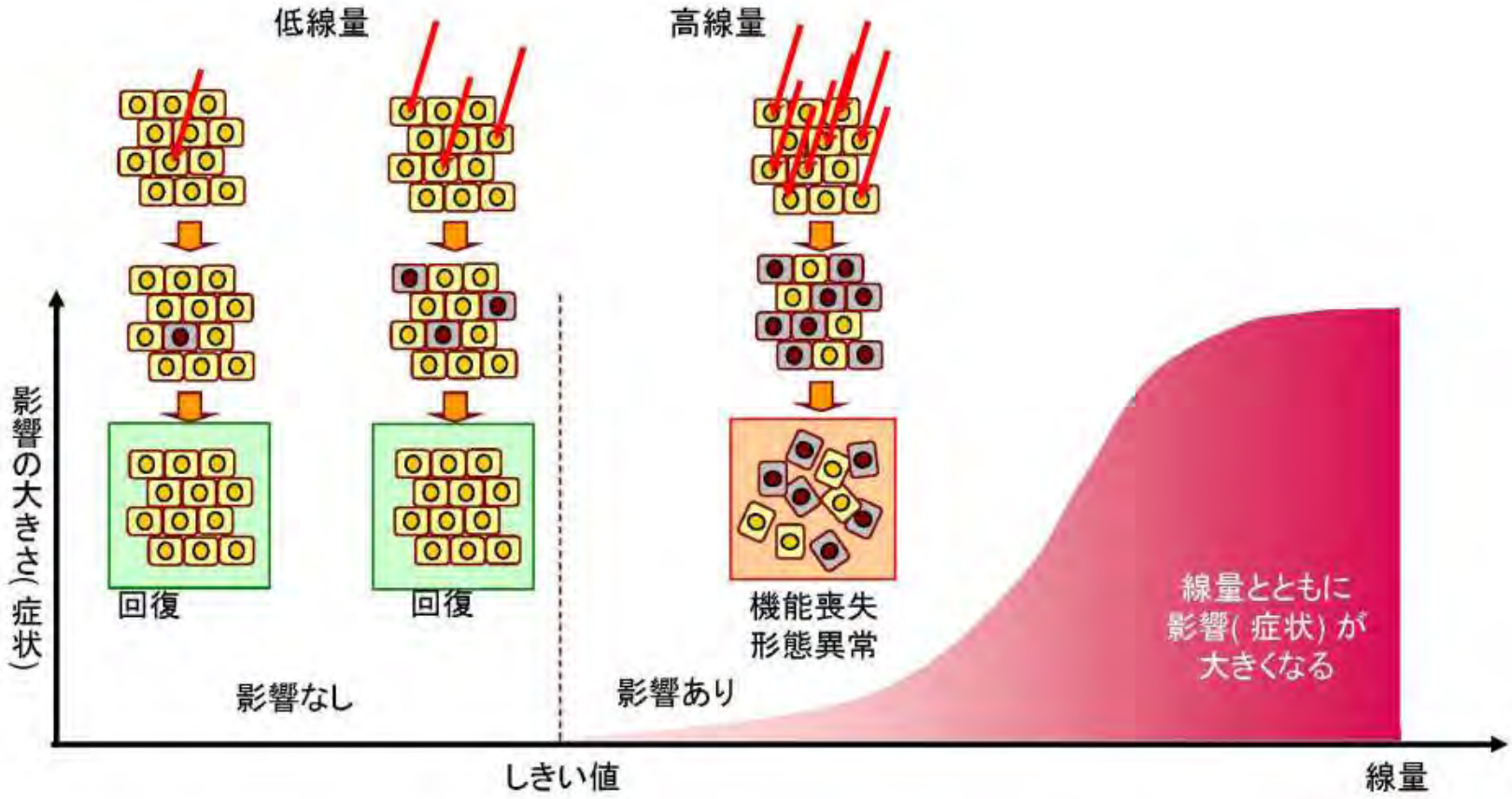


※「遺伝的影響」と同意。

確定的影響

Deterministic Effects

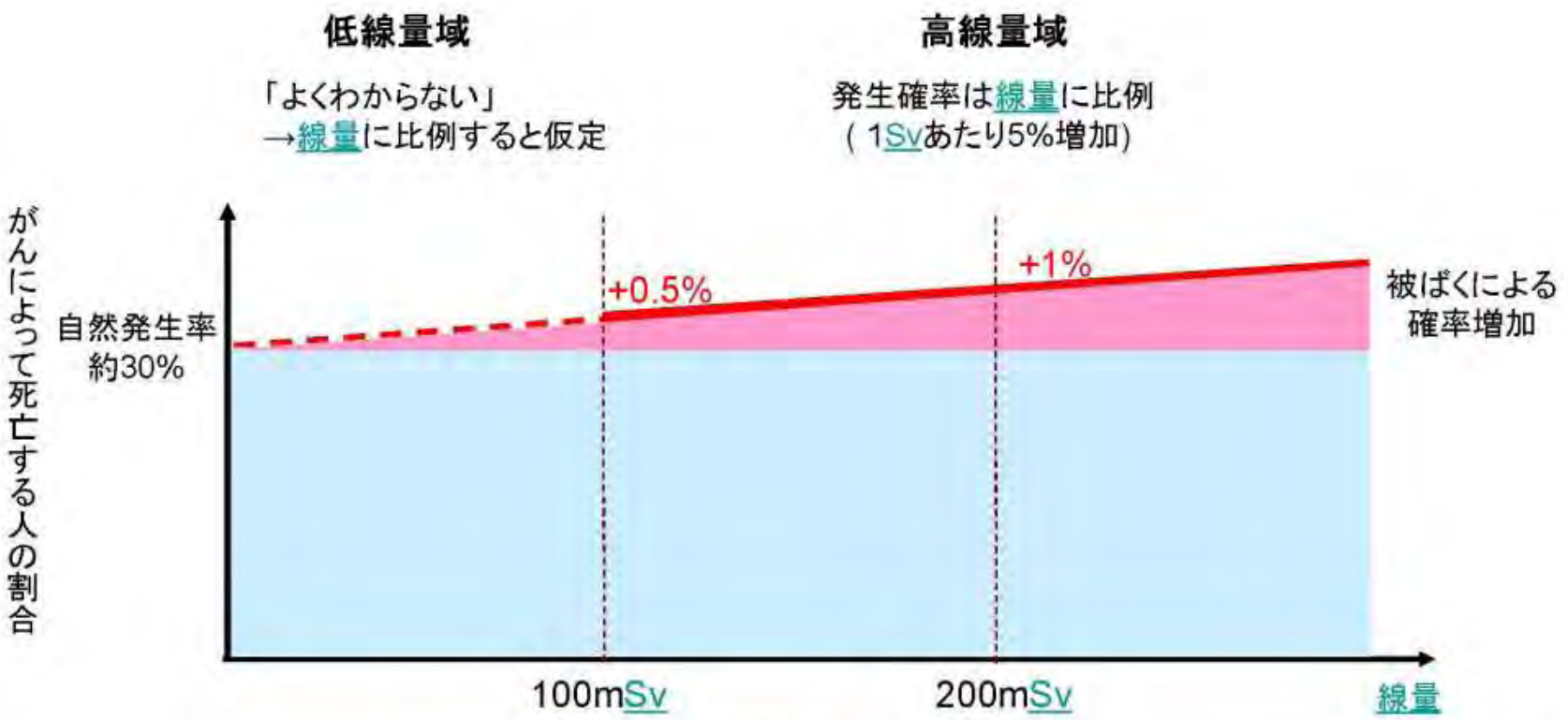
- 放射線防護上の放射線影響を分類する概念の一つで、ある線量値(しきい値、しきい線量) を超えて初めて症状が起こり、線量が高いほど症状が重くなるような影響。臓器・組織を構成する細胞の傷害に基づく影響。



確率的影響

Stochastic Effect

- 放射線防護の目的で分類された放射線の人体影響の分類概念の一つ。発がん(白血病を含む) と遺伝的障害のように、放射線防護上はしきい値がなく、発症の確率が線量に依存するとされる影響。

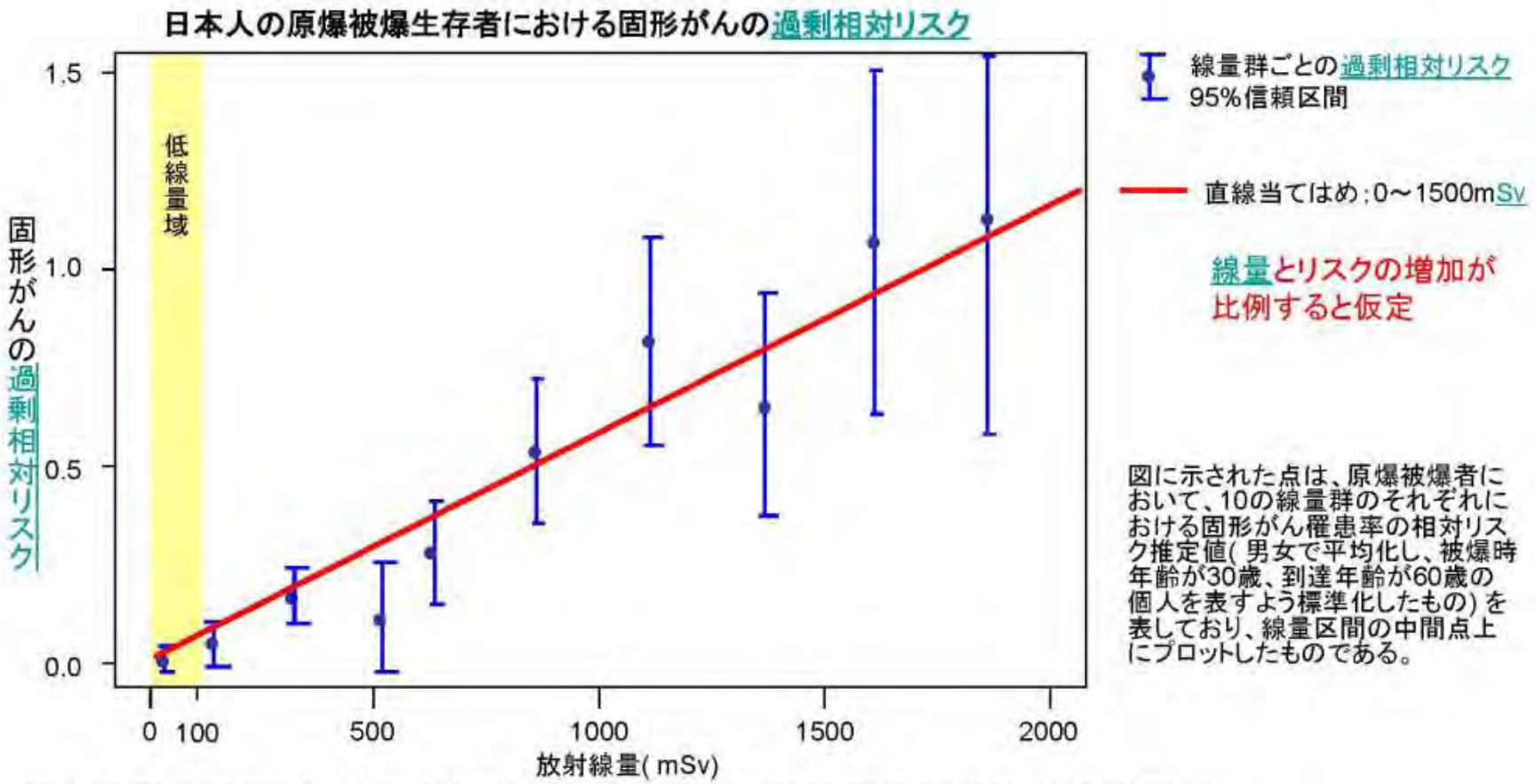


放射線医学総合研究所HP http://www.nirs.go.jp/information/info.php?i13 より改変作成

直線閾値なし仮説(LNT仮説) ①

Liner Non-Threshold Theory

- 放射線の被ばく線量と影響の間には100mSv以下の低線量域であっても、放射線量の増加に比例してがんの発生率が上昇すると仮定する考え方。

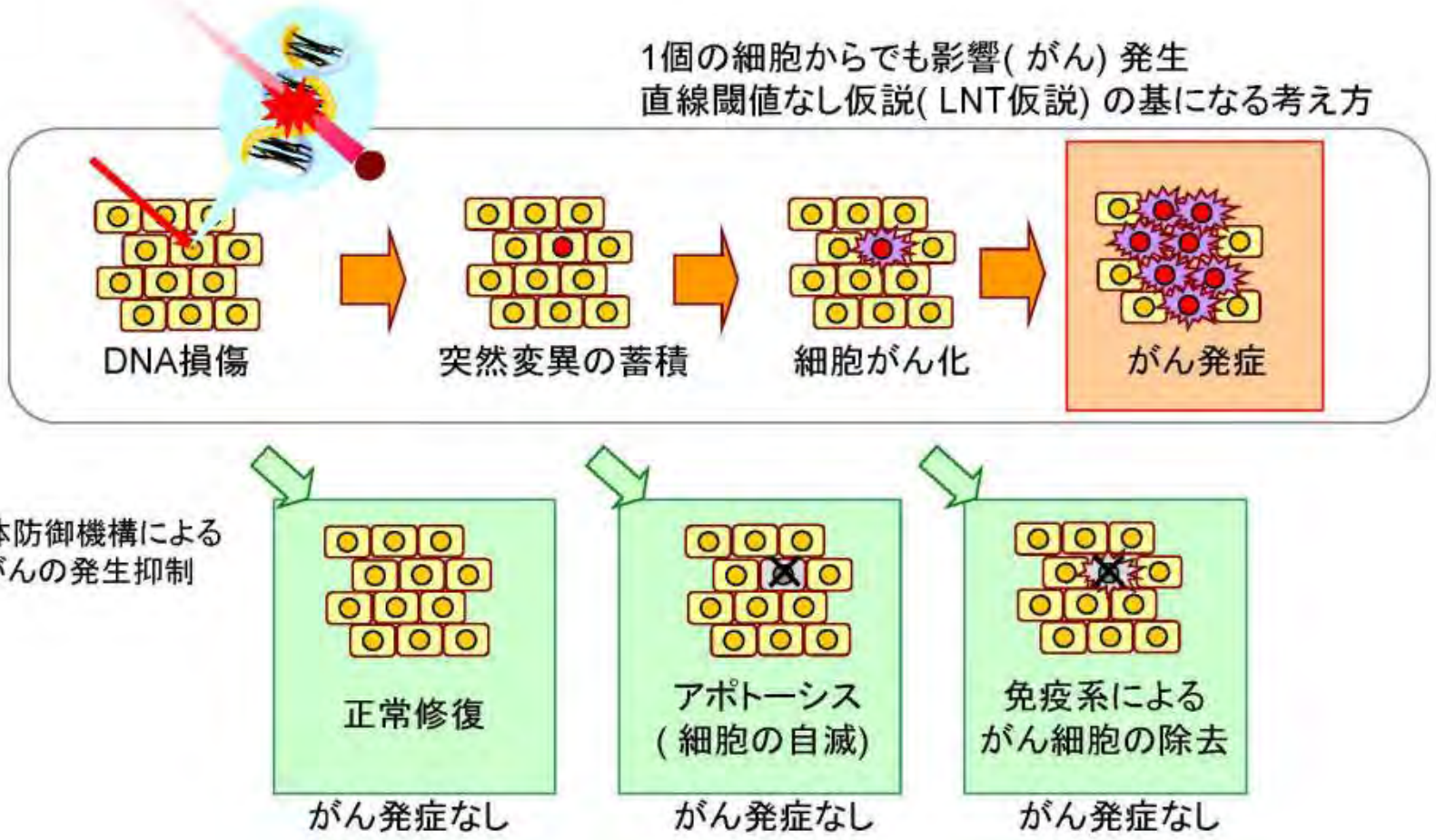


図に示された点は、原爆被爆者において、10の線量群のそれぞれにおける固形がん罹患率の相対リスク推定値(男女で平均化し、被爆時年齢が30歳、到達年齢が60歳の個人を表すよう標準化したもの) を表しており、線量区間の中間点上にプロットしたものである。

出典:Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII Phase 2 より改変作成

直線閾値なし仮説(LNT仮説) ②

- 直線閾値なし仮説(LNT仮説) は、1個の細胞からでも影響(がん) が生じるとの考え方に基づく。



外部被ばく、内部被ばく①

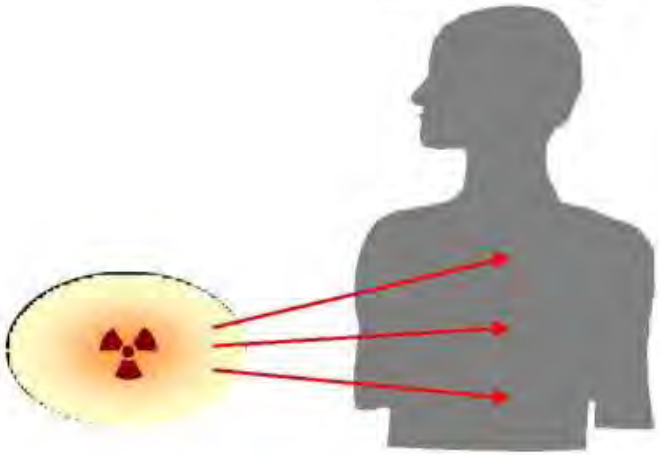
外部被ばく External Exposure

- 放射線を体の外から受けること。

内部被ばく Internal Exposure

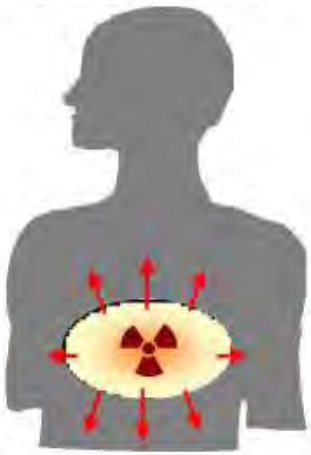
- 吸入、経口あるいは経皮を介して放射性物質が体内に取り込まれ、放射性物質が沈着した組織（甲状腺、肺、骨髄、胃腸等）や器官から、それ自身あるいは周囲の組織や器官が被ばくを受けること。

外部被ばく



被ばく線量（mSv）
＝線量率（mSv/時）　×　被ばくした時間（時）

内部被ばく

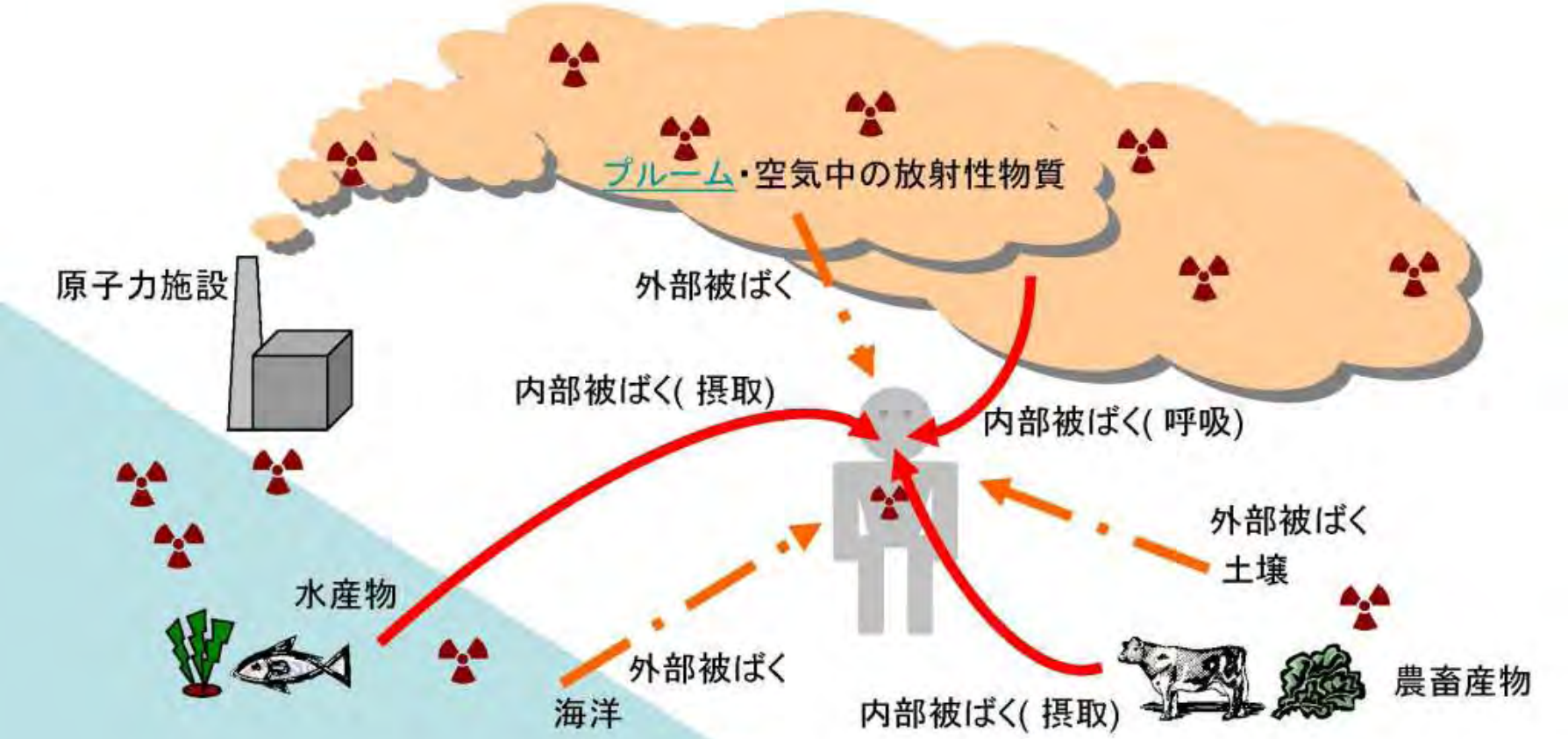


被ばく線量（実効線量（mSv））
＝放射能（Bq）　×　実効線量係数（mSv/Bq）

摂取後50年間（幼児、小児は70歳まで）に受ける積算線量すなわち、預託線量で示される。

外部被ばく、内部被ばく②

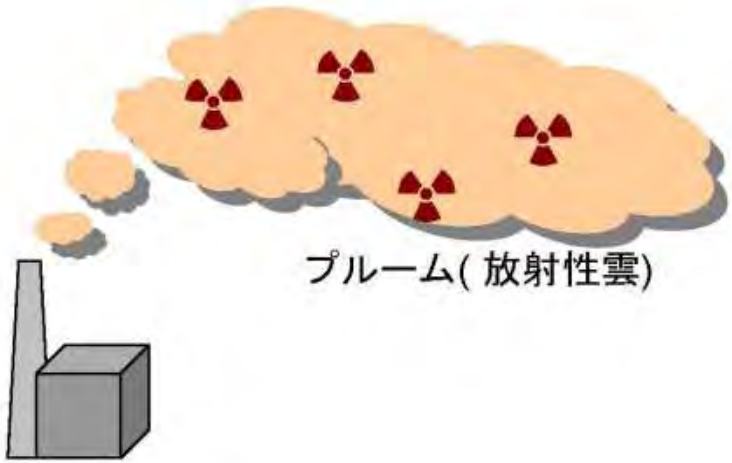
■ 事故による主な被ばく経路



プルーム(放射性雲)

Plume

- 大気中に放出された放射性物質が煙のように流れること。



文部科学省　積算線量推定マップ
平成24年3月11日までの積算線量
平成23年6月11日24:00までの実測値を使用

線量限度

Dose Limit

- 個人が超えて被ばくしてはならない放射線の量。
- 「有害な確定的影響を防止し、また確率的影響を容認できると思われるレベルにまで制限する」ことを放射線防護の目的としている。

わが国の線量限度

区分		実効線量限度(全身)	等価線量限度(組織・臓器)
放射線業務従事者(職業被ばく)	平常時	100m Sv /5年 50m Sv /年 女子 5m Sv /3ヶ月 妊娠中の女子 1m Sv (出産までの間の内部被ばく)	目の水晶体 150m Sv /年 皮膚 500m Sv /年 妊娠中の女子 2m Sv (出産までの間の腹部表面)
	緊急時	100m Sv (福島第一原子力発電所における緊急作業では250mSv)	目の水晶体 300m Sv 皮膚 1 Sv
一般公衆	平常時	1m Sv /年	水晶体 15m Sv /年 皮膚 50m Sv /年

外部被ばくと内部被ばくの合計線量
自然放射線による被ばくと医療行為による被ばくは含まない。

介入レベル

Intervention Level

- 放射線異常発生時に放射線防護上何らかの介入措置を必要とする放射線レベル。

ICRP Pub.63の勧告する介入レベル要約

介入措置の種類	回避線量についての介入レベル(mSv)	
	ほとんど常に正当化される値	最適値の範囲
屋内退避 安定ヨウ素の投与 －甲状腺等価線量 避難(1週間未満) －全身線量 －皮膚に対する等価線量	50 500 500 5000	正当化される値の1/10にならない
移転	1000	長引く被ばくに対して月あたり5～15mSv
1種類の食品に対する制限	10(1年間に)	1,000～10,000kg^{-1}(β, γ放出体) 10～100kg^{-1}(α放出体)

出典:ICRP Publication63「放射線緊急時における公衆の防護のための介入に関する諸原則」

飲食物摂取制限に関する介入レベル

		最初の1年間で与えられる預託予測線量(mSv)	
		全身線量又は実効線量	選択的に照射される個々の臓器
上限線量レベル	常に対策が必要な線量レベル	50	500
下限線量レベル	これより低いレベルでは対策が正当化されない線量レベル	5	50

出典:ICRP Publication40「大規模放射線事故の際の公衆の防護:計画のための原則」

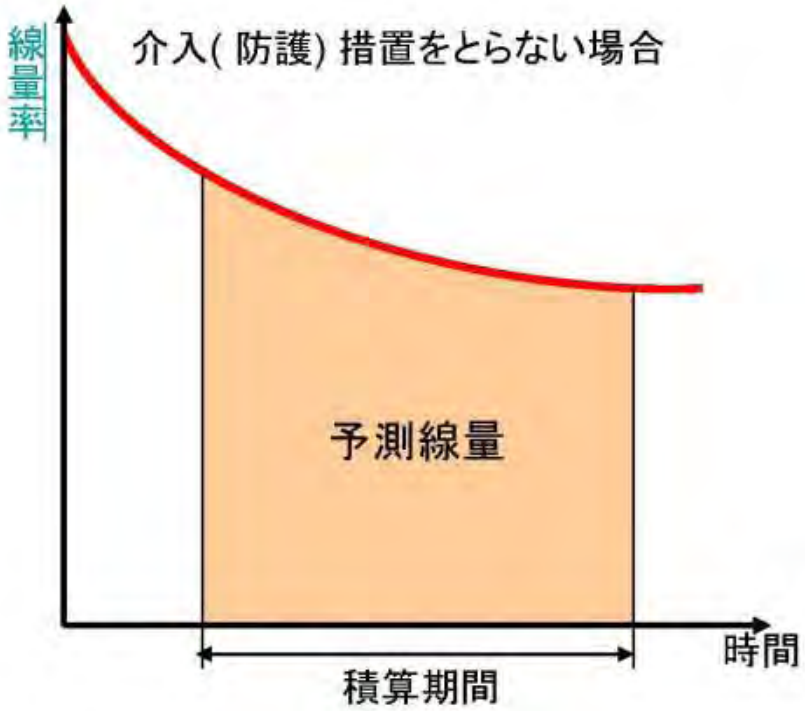
予測線量、回避線量

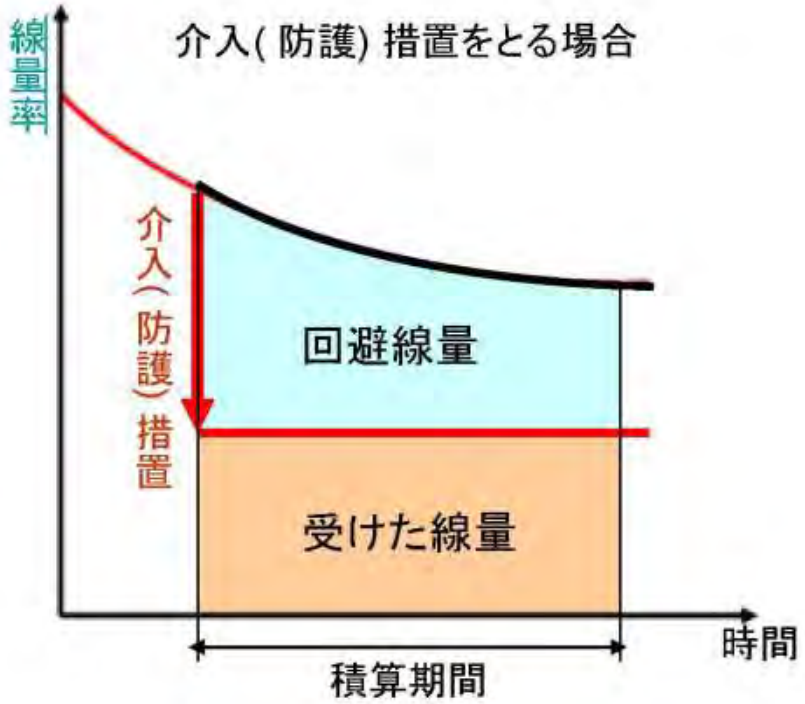
予測線量 Projected Dose

- 事故時などに伴い予想される被ばく線量。

回避線量 Dose Averted

- 介入(防護) を実施することによって免れる放射線量。

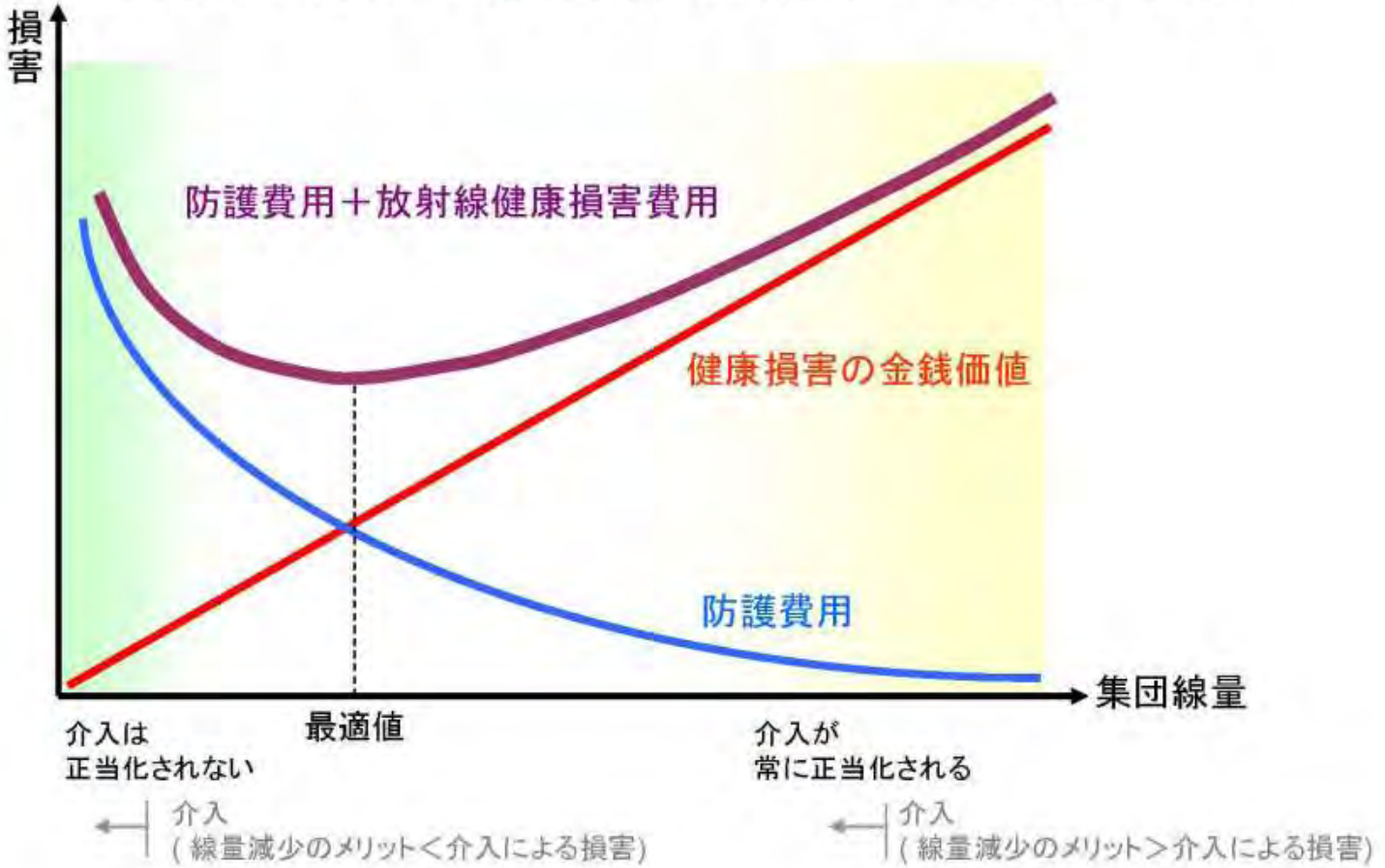




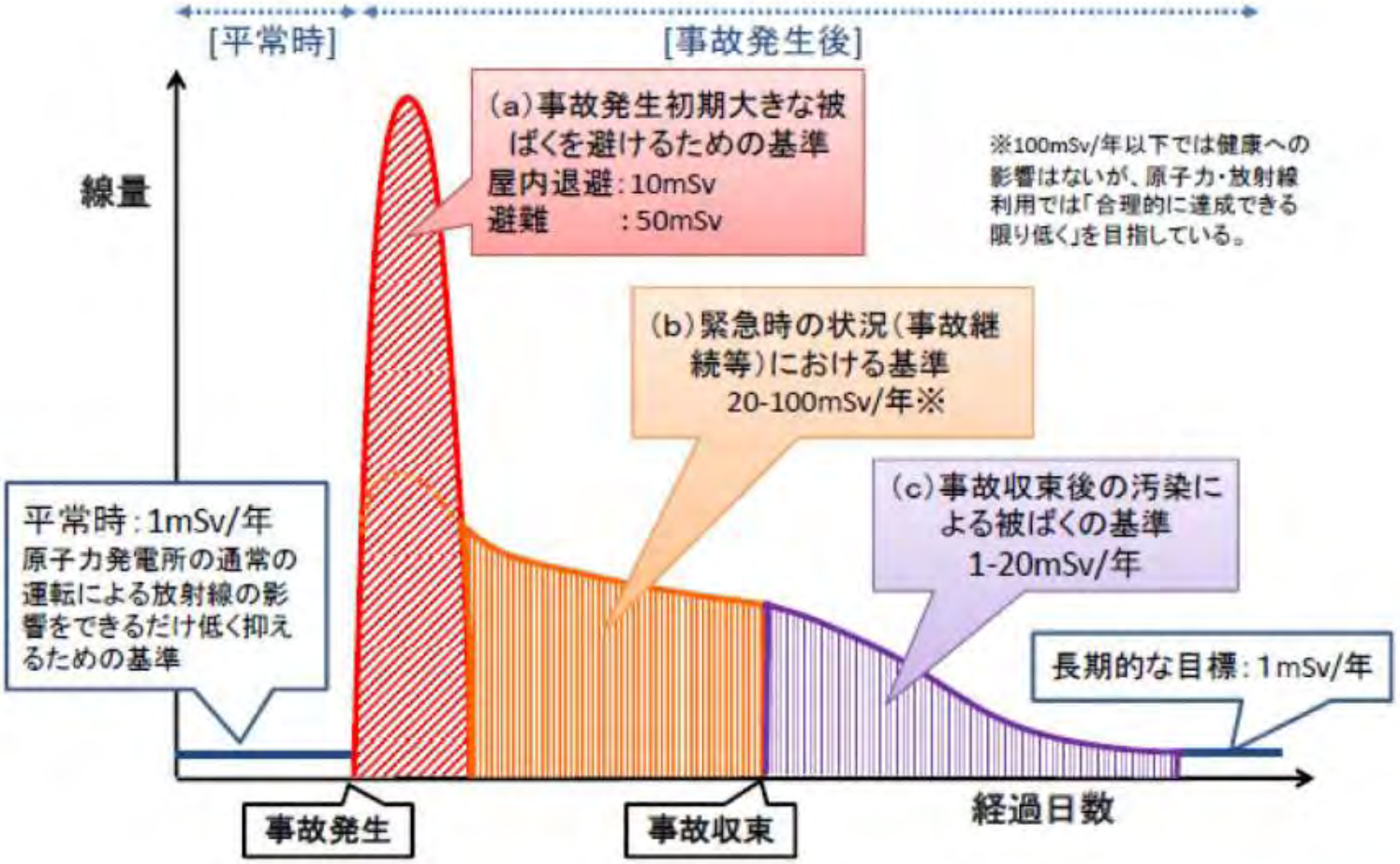
介入における防護の最適化

Optimization of Protection in Interventions

- 介入の形態、規模及び継続期間は、線量低減化の正味便益、すなわち介入に伴う損害を差し引いた放射線損害の低減による便益が最大となるように最適化すべきであるという原則。



(参考) 放射線防護の線量の基準の考え方



出典:原子力安全委員会 http://www.nsc.go.jp/info/20110411_2.pdf

飲食物摂取制限①

Restriction of Food and Water Intake

■ 放射性物質ごとに設定される指標を目安にとられる、飲食物などの摂取制限措置。

暫定規制値(平成23年3月17日～)

放射性ヨウ素 (混合核種の代表核種: ^{131}I)	飲料水 牛乳・乳製品(注)	300Bq/kg
	野菜類(根菜、芋類を除く) 、 魚介類(4月5日以降)	2000Bq/kg
放射性セシウム	飲料水、牛乳・乳製品	200Bq/kg
	野菜類、穀類、肉・卵・魚・その他	500Bq/kg
ウラン	乳幼児用食品、飲料水、牛乳・乳製品	20Bq/kg
	野菜類、穀類、肉・卵・魚・その他	100Bq/kg
プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種 (^{238}Pu, ^{239}Pu, ^{240}Pu, ^{242}Pu, ^{241}Am, ^{242}Cm, ^{243}Cm, ^{244}Cm 放射能濃度の合計)	乳幼児用食品、飲料水、牛乳・乳製品	1Bq/kg
	野菜類、穀類、肉・卵・魚・その他	10Bq/kg

(注) 100Bq/kgを超えるものは、
乳児用調製粉乳及び直接飲用に供する乳に使用しないよう指導すること。

水道水の摂取に関する指標値

放射性ヨウ素	乳児	100Bq/kg
	乳児以外	300Bq/kg
放射性セシウム	乳児	200Bq/kg
	乳児以外	200Bq/kg

飲食物摂取制限②

■ 介入線量レベルから規制値の設定(^{131}I の計算例)

介入線量レベル(mSv)

実効線量 2mSv

↑ 甲状腺組織荷重係数 0.04

甲状腺等価線量 50mSv

個々の臓器に対する50mSvはICRP Publication40において飲食物摂取制限に係る介入レベルの下限とされる値(最初の1年間に与えられる予測預託線量として)

食品群に割当(食品群ごとmSv)

16.7 mSv	※保留分
11.1	飲料水
11.1	牛乳・乳製品
11.1	野菜(根菜・芋類を除く)

※暫定規制値では留保分の一部を魚介類に割当て

実効線量係数(mSv→Bq)

誘導介入レベル(食品群ごとBq/kg)

この濃度の飲食物を日常的に摂取し続けると、受ける実効線量が介入線量レベルに達する放射性核種濃度。半減期による減衰も考慮されている。

(Bq/kg)

	成人	幼児	乳児
飲料水	1270	424	322
牛乳・乳製品	10500	849	382
野菜(根菜・芋類を除く)	5220	2500	3280

網掛けは最小値

飲食物摂取量(食品群・年齢ごとkg/日、リットル/日)

放射性ヨウ素の経口摂取に関連する飲食物の摂取量

(kg/日、リットル/日)

	成人	幼児	乳児
飲料水	1.65	1.0	0.71
牛乳・乳製品	0.2	0.5	0.6
野菜(根菜・芋類を除く)	0.4	0.17	0.07

成人、幼児、乳児

規制値の設定(食品群ごとBq/kg)

暫定規制値(3月17日～)

(Bq/kg)

飲料水	300
牛乳・乳製品	300
野菜(根菜・芋類を除く)	2000

高リスク群(誘導介入レベル最小のグループ) を基準に設定

計算例は原子力安全委員会「飲食物制限に関する指標について」より作成

(参考) 放射能検査・放射線測定の方法

- 環境放射線モニタリング
  - 環境放射線
    - 空間線量率 Sv / h 、Gy / h
      - エリアモニタ、サーベイメータで測定
      - モニタリングステーション
        モニタリングポスト等
    - 積算線量　Sv、Gy
      - 積算線量計で測定
        線量率測定結果から算出することも可能
  - 陸上試料
    - 大気
    - 陸水(飲料水)
    - 牛乳
    - 土壌
    - 農産食品
    - 指標生物
    - 降下物、降水
  - 海洋試料
    - 海水
    - 海底土
    - 海産食品
    - 指標生物

試料中の放射能　Bq

機器分析、放射化学分析等で濃度を測定

第5章法律・組織等

(2-1-1) 組織〔国際機関〕
国際機関関係

国際放射線防護委員会

ICRP: International Commission on Radiological Protection

- 放射線防護の国際的基準を勧告することを目的として1928 年の国際放射線医学学会総会で結成された国際委員会。我が国もこの委員会の勧告に沿って線量限度等を定めている。

ICRP
INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

設立	1928年(IXRP) ,1950年(ICRP)
設立経緯	1928年　第2回国際放射線医学会議において、国際X線ラジウム防護委員会(IXRP) として設立 1950年　国際放射線防護委員会(ICRP) に名称変更
組織	主委員会のもと4つの常設専門委員会が設置されている。 第1専門委員会:放射線影響 第2専門委員会:放射線被曝による線量 第3専門委員会:医療における防護 第4専門委員会:委員会勧告の適用 第5専門委員会:環境の防護
設置目的	公共の福祉に供することを目的とし、科学としての放射線防護を発展させるために設立、放射線防護のあらゆる観点について勧告と視診を提供。勧告の策定においては適切な放射線防護手段が確立できるよう、基礎となる原則と量的な根拠が考察される。委員会勧告の主たる目的は、放射線被曝をもたらす有益な行為を不当に制限されることなく、人に対する適切な防護基準を勧告として提供すること。
URL	http://www.icrp.org/

出典:原子力安全委員会「放射線防護に係わる国際機関等の活動と国内対応—現状と課題」より作成

国連放射線影響科学委員会

UNSCEAR:United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation

- 原子放射線の影響に関する国連科学委員会であり、1956 年の発足以来、あらゆる電離放射線源からの被ばくがヒトの健康に及ぼす影響についてレビューを実施している。

設立	1955年
設立経緯	1955年　第10回 国連総会決議(913X) 「原子放射線の影響」を受けて、1956年に最初の会合が開催された。 決議では①人体とその環境とに対する電離放射線の影響に関する問題の重要性とそれに関する一般的な関心が高まっていること、②短期、長期の影響に関し、放射線レベルならびに放射性降下物を含めてすべての科学的資料を最も広く周知せしめるべきであること、③これら問題の研究が各国で行われており、世界の人々がこの問題についてさらに十分に知らされるべき、との信念に基づき加盟国からなる科学委員会を設置し、かつこれらの政府に対し、この委員会において自国を代表する科学者1名を適当数の代表代理及び顧問等とともに、それぞれ指名するよう要請することとなった。 この科学委員会には、国際連合加盟国または専門機関加盟国より提供される「あらゆる電離放射線源からの被ばくがヒトの健康と環境に及ぼす影響についての資料」を受理、収集整理し、有効な形にまとめることが要請された。
URL	http://www.unscear.org/

出典:原子力安全委員会「放射線防護に係わる国際機関等の活動と国内対応—現状と課題」より作成

国際原子力機関

IAEA:International Atomic Energy Agency

- 国連の専門機関の一つで、原子力平和利用を通じて世界の平和と繁栄に貢献することを目的に1957 年に設立された国際機関。本部はウィーン。

設立	1957年
設立経緯	1953年　国連第8回総会において提唱(アイゼンハワー米大統領) 1956年　国際原子力機関憲章起草会議開催 国際原子力機関憲章採択 1957年　国際原子力機関憲章発効
設立目的	IAEAの目的はIAEA憲章の第2条において、 (1) 全世界の平和、健康及び繁栄のため、原子力の貢献を促進、増大する。 (2) IAEAにより、またはIAEAを通じて提供された援助が軍事目的に転用されないことを確保する。 と規定されている。
活動	IAEAの現在の主な活動は、原子力の平和利用の促進に係わる(1) 技術援助、(2) 科学者,技術者の交換及び訓練、(3) 核物質等が軍事目的に利用されないための保障措置の実施、(4) 情報交換の促進、(5) 基準,協定,規定の作成、(6) 研究活動の推進、(7) 国際原子力情報システム (International Nuclear Information System、INIS) の整備・運営、等である。
URL	http://www.iaea.org

出典:原子力安全委員会「放射線防護に係わる国際機関等の活動と国内対応—現状と課題」より作成