



放射線の基礎知識

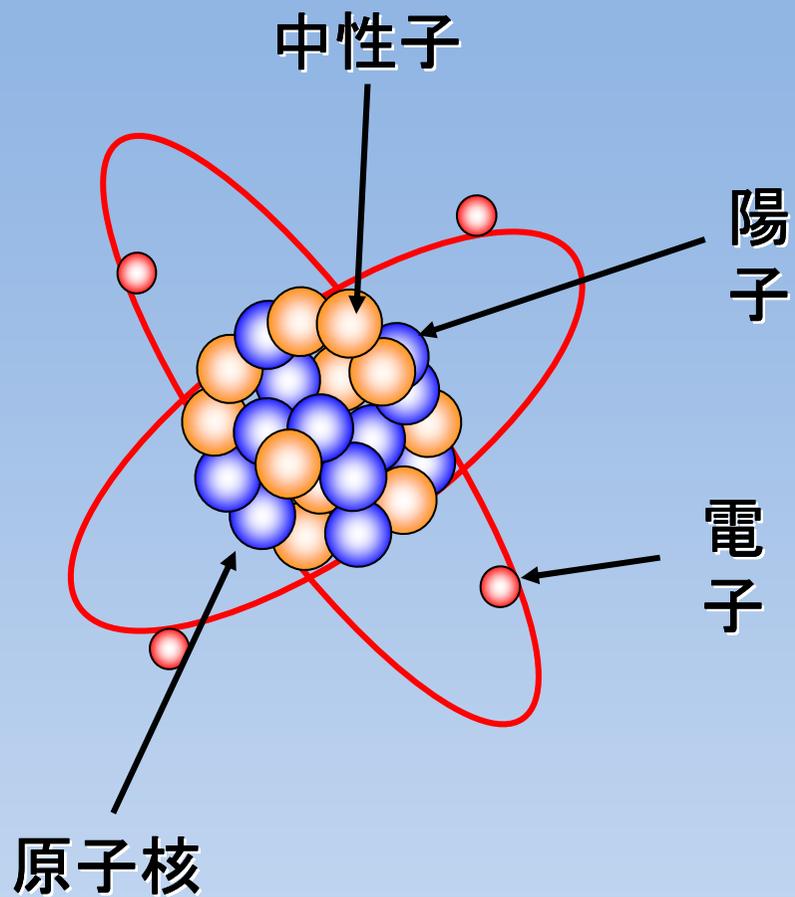
平成23年10月28日

(独) 日本原子力研究開発機構
高崎量子応用研究所

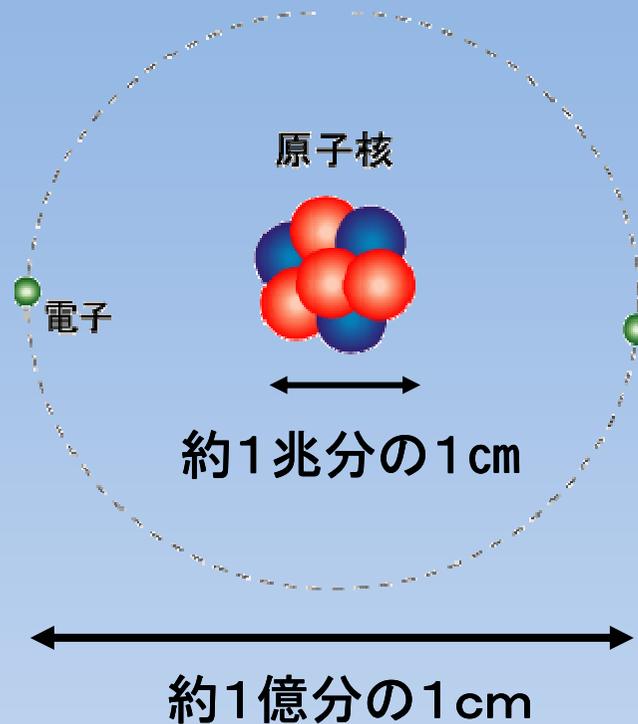


今日、話したいこと

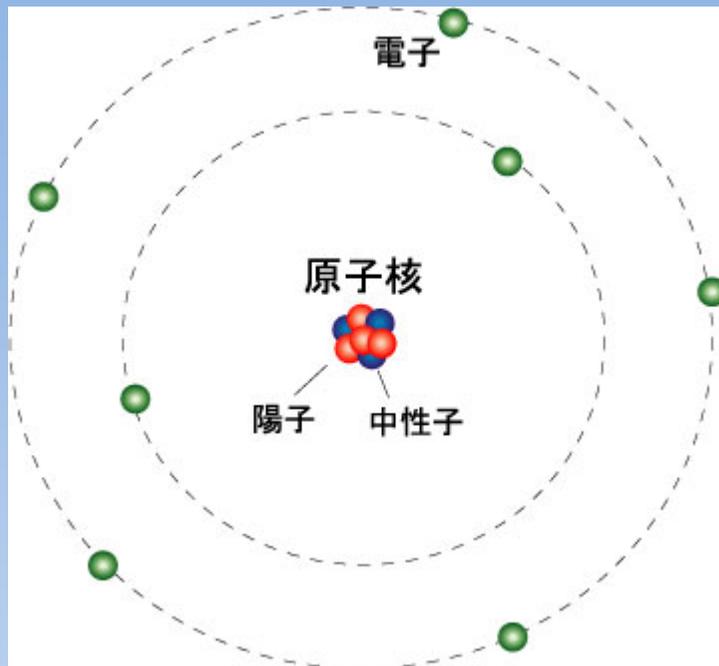
- **放射線と放射能（種類や性質）**
放射線と放射能の違いと単位、
放射線の種類と作用、放射能の減り方
- **身のまわりの放射線（能）**
自然放射線（大地、宇宙、食物から）、
日常生活と放射線（自然及び医療に伴うもの）
- **放射線による影響**
放射線の人体への影響
（種類、線量と症状（現われ方の違い））
- **外部被ばくと内部被ばく**
外部被ばくと内部被ばくの違い、防護の方法
- **近県他での現状**



原子の構造

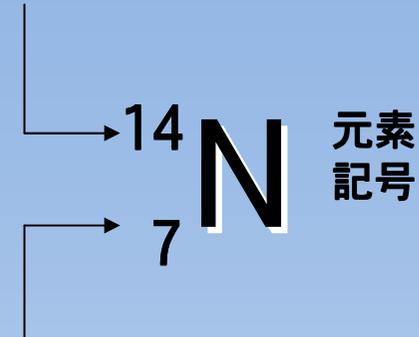


原子の大きさ



窒素原子の例

質量数：陽子 + 中性子



原子番号：陽子の数

陽子と中性子で決まる
原子核の種類 ⇒ **核種**

同じ元素にも異なる核種が
存在する
⇒ **同位体 (アイソトープ)**

原子番号と質量数

《 元素の周期表 》

原子には多くの種類があります。元素の周期表は、原子の特性のちがいを規則的にならべたものです。

族 →	1																2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18																				
↓ 1	1H 水素 1																2He ヘリウム 4										3Li リチウム 7										4Be ベリリウム 9										5B ホウ素 11										6C 炭素 12										7N 窒素 14										8O 酸素 16										9F フッ素 19										10Ne ネオン 20																																																																																																				
2	11Na ナトリウム 23																12Mg マグネシウム 24										13Al アルミニウム 27										14Si ケイ素 28										15P リン 31										16S 硫黄 32										17Cl 塩素 35										18Ar アルゴン 40																																																																																																																								
3	19K カリウム 39																20Ca カルシウム 40										21Sc スカンジウム 45										22Ti チタン 48										23V バナジウム 51										24Cr クロム 52										25Mn マンガン 55										26Fe 鉄 56										27Co コバルト 59										28Ni ニッケル 59										29Cu 銅 64										30Zn 亜鉛 65										31Ga ガリウム 70										32Ge ゲルマニウム 73										33As ヒ素 75										34Se セレン 79										35Br 臭素 80										36Kr クリプトン 84																				
4	37Rb ルビジウム 85																38Sr ストロンチウム 88										39Y イットリウム 89										40Zr ジルコニウム 91										41Nb ニオブ 93										42Mo モリブデン 96										43Tc テクネチウム 99										44Ru ルテニウム 101										45Rh ロジウム 103										46Pd パラジウム 106										47Ag 銀 108										48Cd カドミウム 112										49In インジウム 115										50Sn スズ 119										51Sb アンチモン 122										52Te テルル 128										53I ヨウ素 127										54Xe キセノン 131																				
5	55Cs セシウム 133																56Ba バリウム 137										57~71 ランタノイド系										72Hf ハフニウム 179										73Ta タンタル 181										74W タングステン 184										75Re レニウム 186										76Os オスミウム 190										77Ir イリジウム 192										78Pt 白金 195										79Au 金 197										80Hg 水銀 201										81Tl タリウム 204										82Pb 鉛 207										83Bi ビスマス 209										84Po ポロニウム 210										85At アスタチン 210										86Rn ラドン 222																				
6	87Fr フランシウム 223																88Ra ラジウム 226										89~103 アクチノイド系										104Rf ラザフォードウム 261										105Db ドブニウム 262										106Sg シーボーグウム 263										107Bh ボーリウム 267										108Hs ハッシウム 273										109Mt マイテナリウム 268										110Ds ダームスタットウム 269										111Rg レントゲンウム 272										112Cn コペルニシウム 277										113Uut ウンウントリウム 278										114Uuq ウンウンクワドリウム 289										115Uup ウンウンペンタウム 288										116Uuh ウンウンヘキサウム 292										117Uus ウンウンセプテム 310										118Uuo ウンウンオクタウム 293																				
7	57La ランタン 139																58Ce セリウム 140										59Pr プラセオジム 141										60Nd ネオジム 144										61Pm プロメチウム 145										62Sm サマリウム 150										63Eu ユーロピウム 152										64Gd ガドリニウム 157										65Tb テルビウム 159										66Dy ジスプロシウム 163										67Ho ホルミウム 165										68Er エルビウム 167										69Tm ツリウム 169										70Yb イットルビウム 173										71Lu ルテチウム 175																																																		
	89Ac アクチニウム 227																90Th トリウム 232										91Pa プロトアクチニウム 231										92U ウラン 238										93Np ネプツニウム 237										94Pu プルトニウム 239										95Am アメリシウム 243										96Cm キュリウム 247										97Bk バークリウム 247										98Cf カリホルニウム 252										99Es アインシュタインウム 252										100Fm フェルミウム 257										101Md メンデレヴィウム 258										102No ノーベリウム 259										103Lr ローレンシウム 262																																																		
元素記号																		1H																		原子番号(陽子の数)																		水素																		日本名																		1																		代表的な質量数 (陽子と中性子の数の和)																		常温での単体の状態																		気体																		固体																		液体																	

放射線の発見



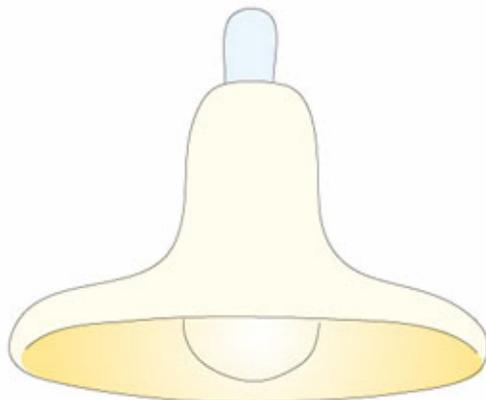
西暦	できごと
1895	エックス線の発見 ウィルヘルム・レントゲン (独)
1896	ウランの放射能の発見 アンリ・ベクレル (仏)
1898	ポロニウムとラジウムの発見 ピエール&マリー・キュリー(仏)
	アルファ線とベータ線の発見 アーネスト・ラザフォード (英)
1900	ガンマ線*の発見 ポール・ヴィラール (仏)
1908	アルファ線の構造を発見 アーネスト・ラザフォード (英)
1919	原子核の人工変換に成功 アーネスト・ラザフォード (英)
1932	中性子の発見 ジェームズ・チャドウィック (英)
1934	人工放射能を作り出す ジョリオ&イレーヌ・キュリー (仏)
1938	ウランの核分裂反応の発見 オットー・ハーン&リーゼ・マイトナー(独)

*1903年ラザフォードが命名

ロルフ・シーベルト (典) :
スウェーデン国立放射線防護研究所の初代所長
(1958年~1962年まで国際放射線防護委員会の委員長)

《 放射線と放射能 》

電球



放射性物質



(放射性壊変)

光を出す能力



光

明るさを感じる

放射能

(放射線を出す能力)

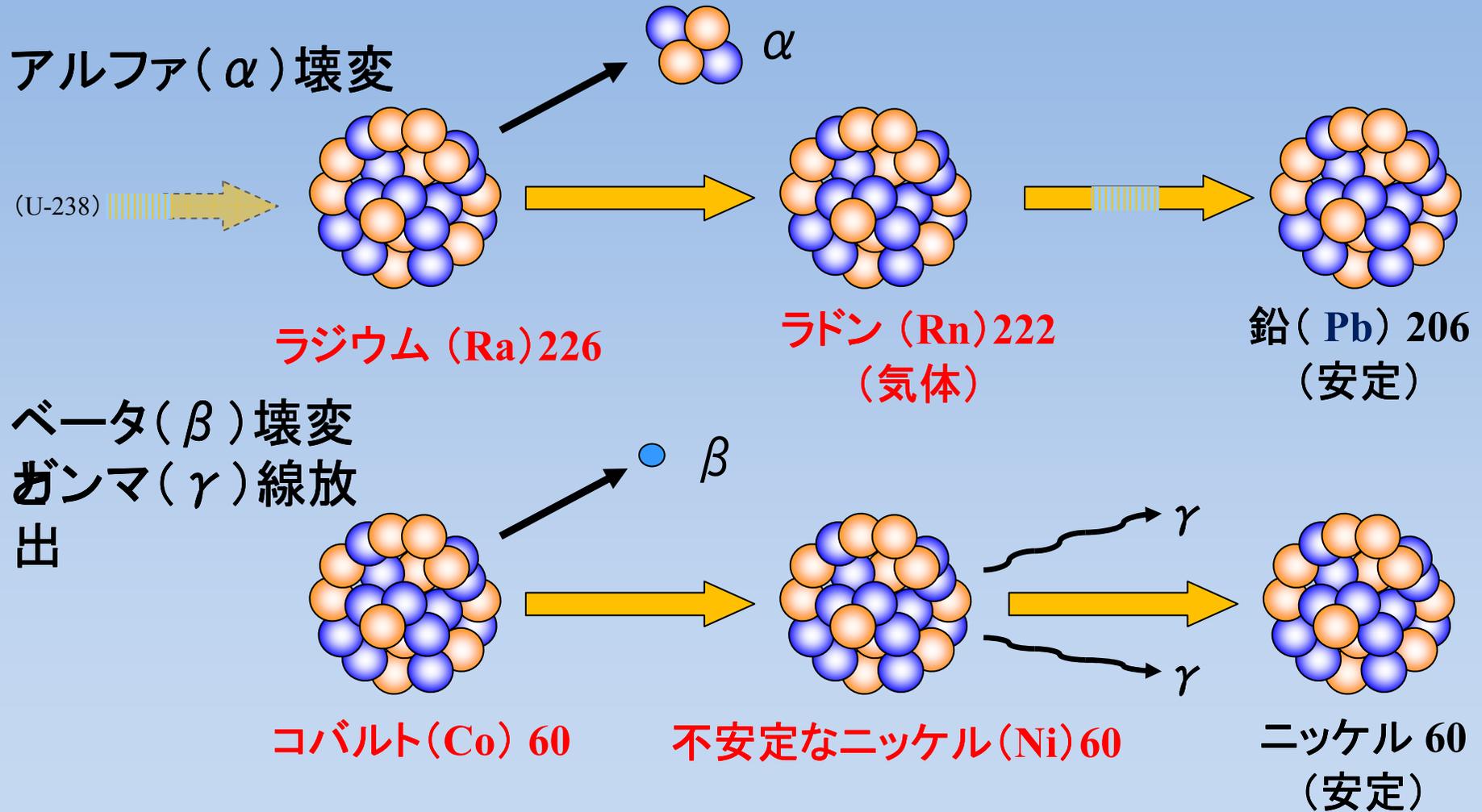


放射線

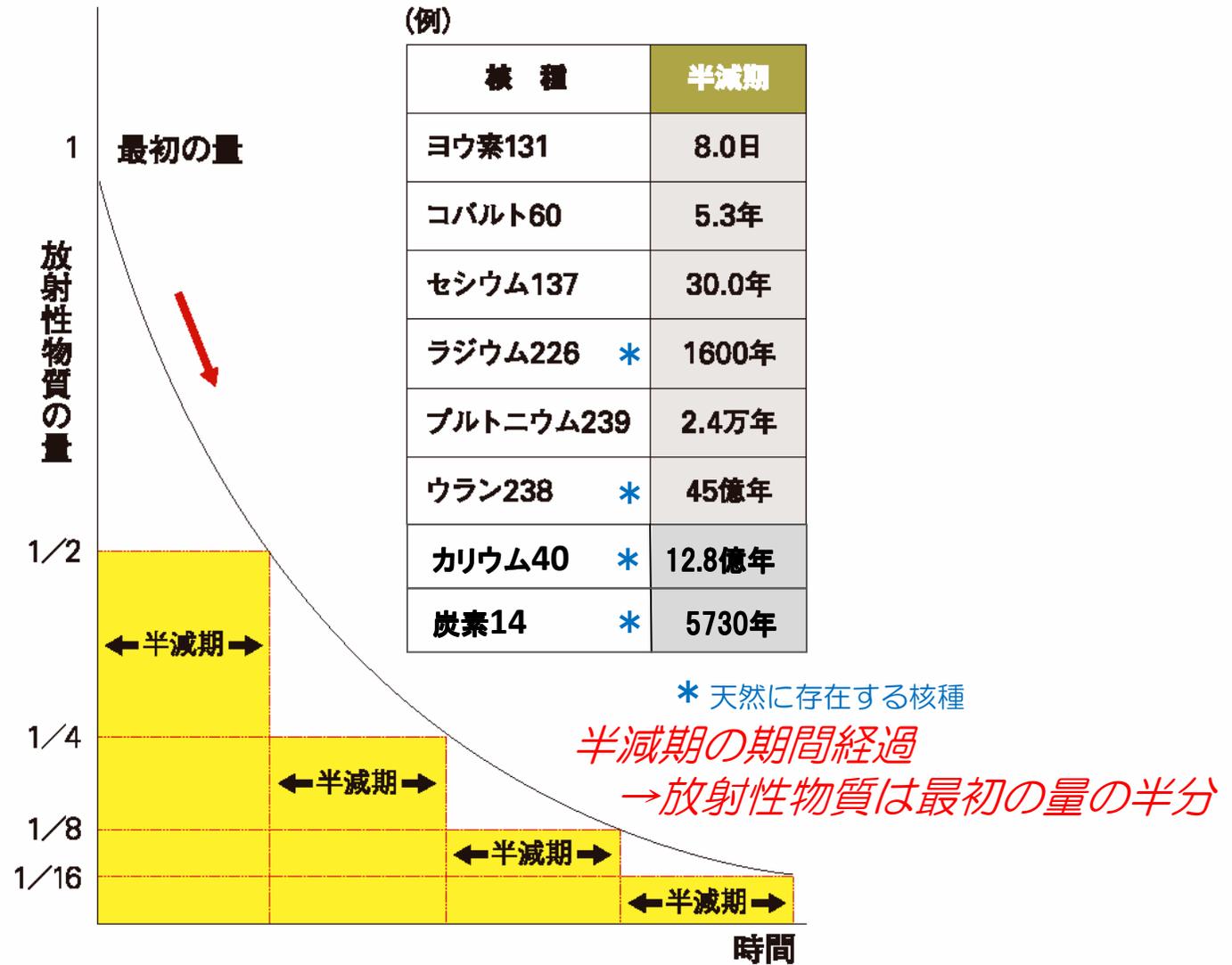
五感に感じない

アルファ線・ベータ線・ガンマ線

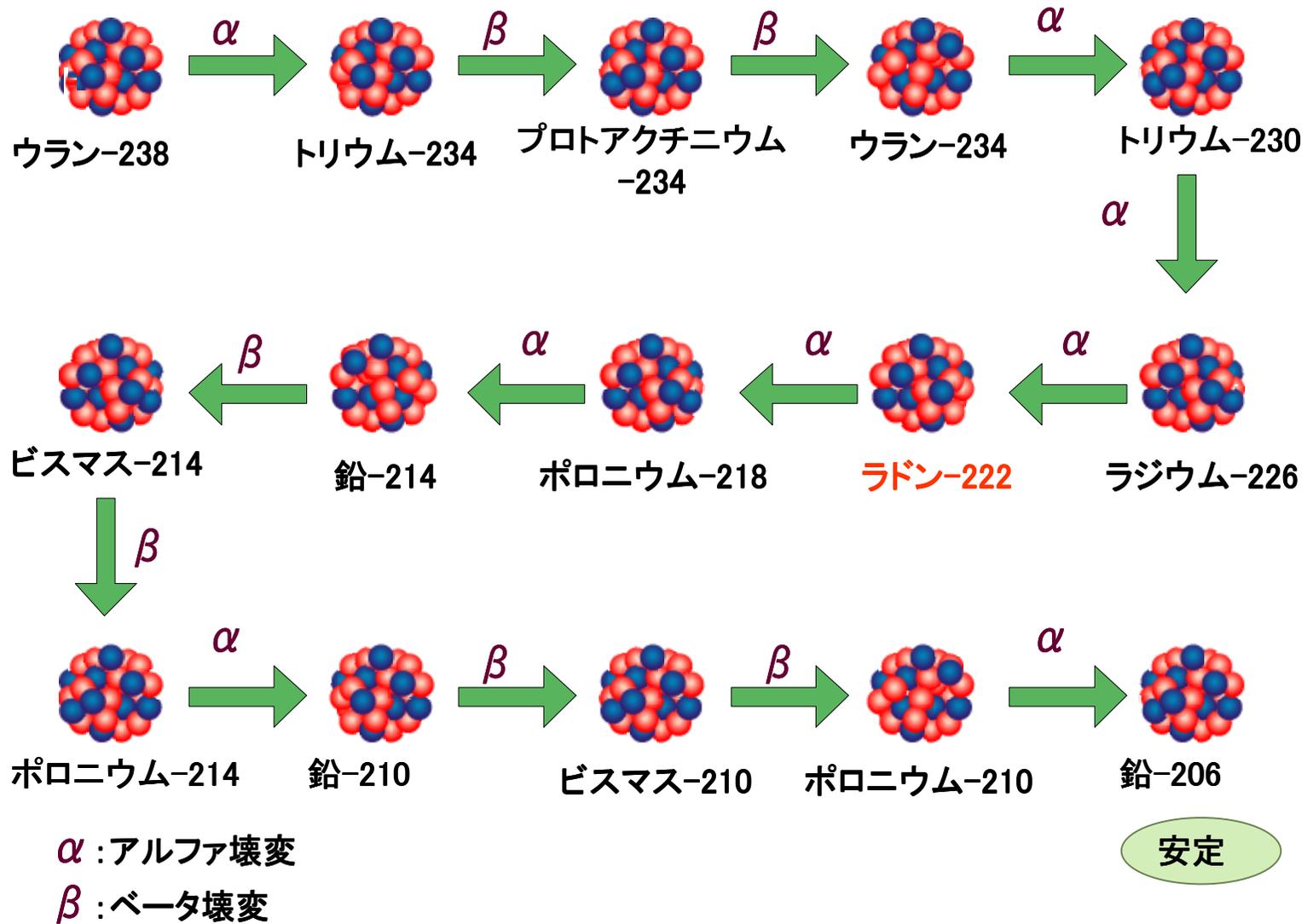
原子核の壊変



《 放射能の減り方(放射性物質の半減期) 》



ウラン238の壊変の例



《 放射線・放射能を表す単位 》

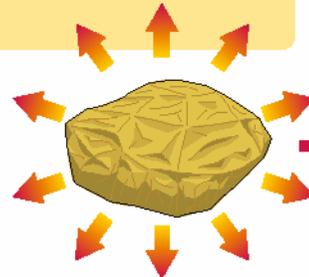
放射線や放射能の強さや量を表すには「ベクレル」「グレイ」「シーベルト」という単位が使われます。

ベクレル (Bq)

放射性物質が放射線を出す能力を表す単位

1ベクレル=1秒間に1つの原子核が壊変することを表します。たとえば370ベクレルの放射性カリウムは、毎秒370個の原子核が壊変して放射線を出してカルシウムに変わります。

※ 壊変とは原子核が放射線を出して状態を変化させる現象のことです。



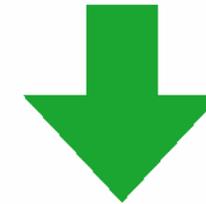
放射線



グレイ (Gy)

放射線のエネルギーが物質(人体)に吸収された量を表す単位

放射線が物質(人体)に当たると、持っているエネルギーを物質に与えます。1グレイ=1kgの物質が放射線により1ジュールのエネルギーを受けることを表します。



シーベルト (Sv)

受けた放射線による影響の度合いを表す単位

放射線の人体への照射による将来の影響を表します。放射線を安全に管理するための指標として用いられ、通常の原子力施設や環境の放射線のレベルで使用することができます。

放射線の単位

1 mSv [ミリシーベルト] = 0.001 Sv [シーベルト]

1 μ Sv [マイクロシーベルト] = 0.001 mSv [千分の1ミリシーベルト]
= 0.000001 Sv [百万分の1シーベルト]

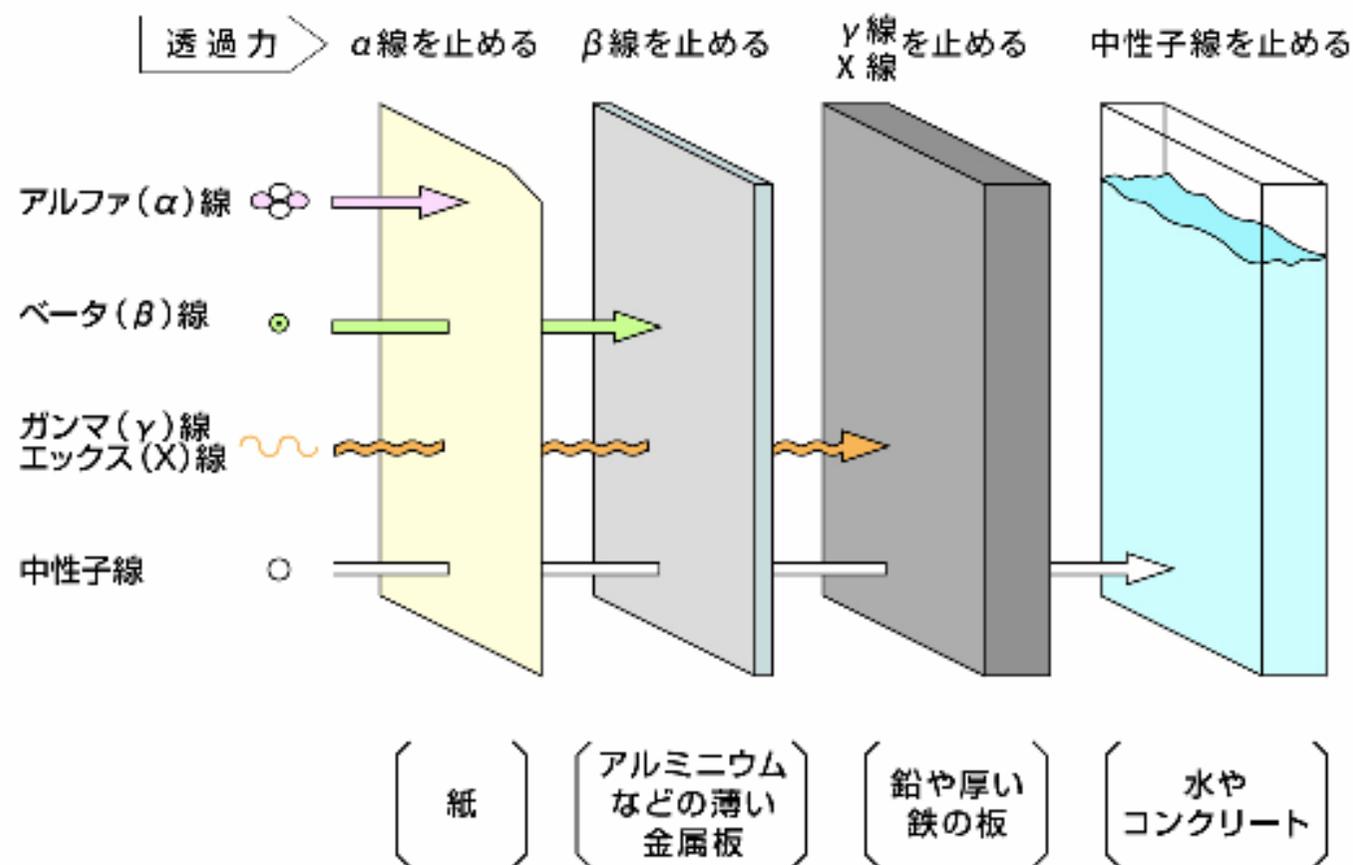
1 μ Sv/h [マイクロシーベルト・パー・アワー] : 1時間あたり1 μ Svの放射線
→ 100 μ Sv/hの場所に15分いると25 μ Svの放射線を受ける

放射能の単位

放射性物質の濃度 : Bq/kg [ベクレル・パー・キログラム]

放射性物質の表面汚染 : Bq/cm² [ベクレル・パー・平方センチメートル]

《 放射線の種類 》



出典：資源エネルギー庁「原子力2008」

出所：(財)日本原子力文化振興財団「原子力・エネルギー」図南集2009より作成

おもな放射線の種類

種類	本質	透過力	備考
α 線	陽子2個と 中性子2個	極めて小さい (紙1枚で止められる)	体外からの被ばくは、 ほとんど考えなくてよいが、 α 線を出す物質が体内に入ると危険度が高い。
β 線	電子	小さい (厚さ数 mm のアルミニウムやプラスチックで止められる)	体外からの被ばくは、 皮膚表面だけが問題。 β 線を出す物質が体内に入ると体内組織に影響を与える。
γ 線	電磁波	大きい (鉛やコンクリートなど密度の高い物質で止められる)	透過力が大きく、 体外からの被ばく原因の 主要なもの。

《 放射線の作用 》

感光作用

例：レントゲン写真

写真のフィルムを感光（黒く）させる性質



透過作用

例：エックス線検査 非破壊検査

物質を透過する性質



蛍光作用

例：放射性アイストープ入り夜光時計

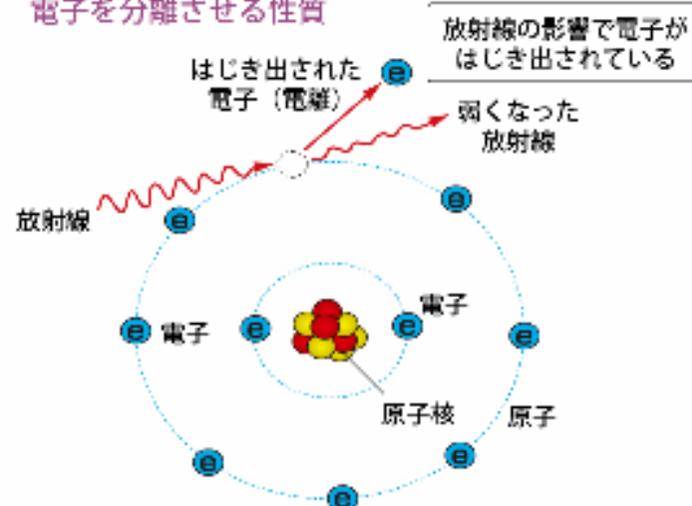
蛍光物質に当たるとその物質から蛍光を発生させる性質



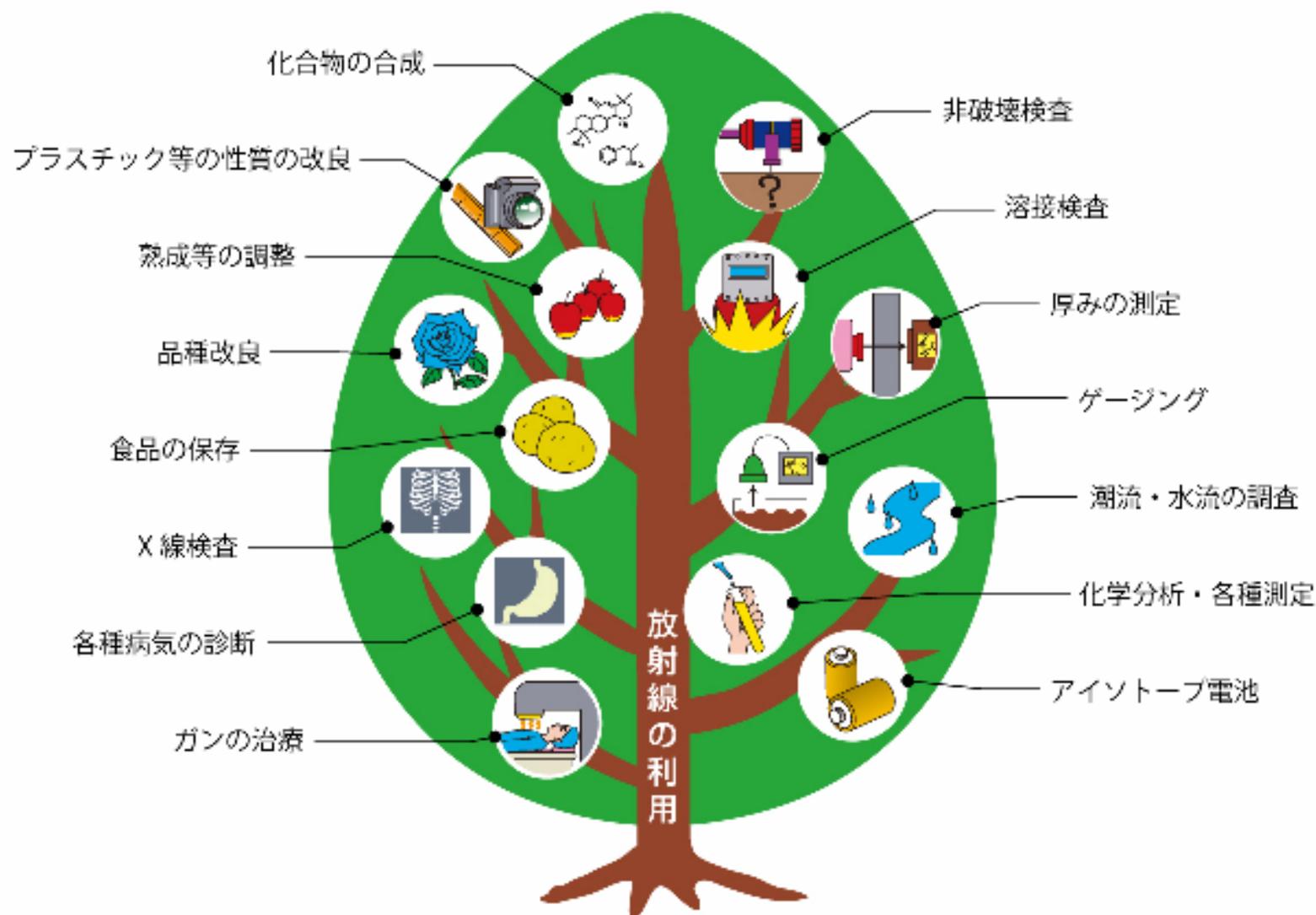
電離作用

例：品種改良 放射線治療

物質を透過する時、その物質を作っている原子や分子にエネルギーを与えて、原子や分子から電子を分離させる性質



《 放射線の利用 》



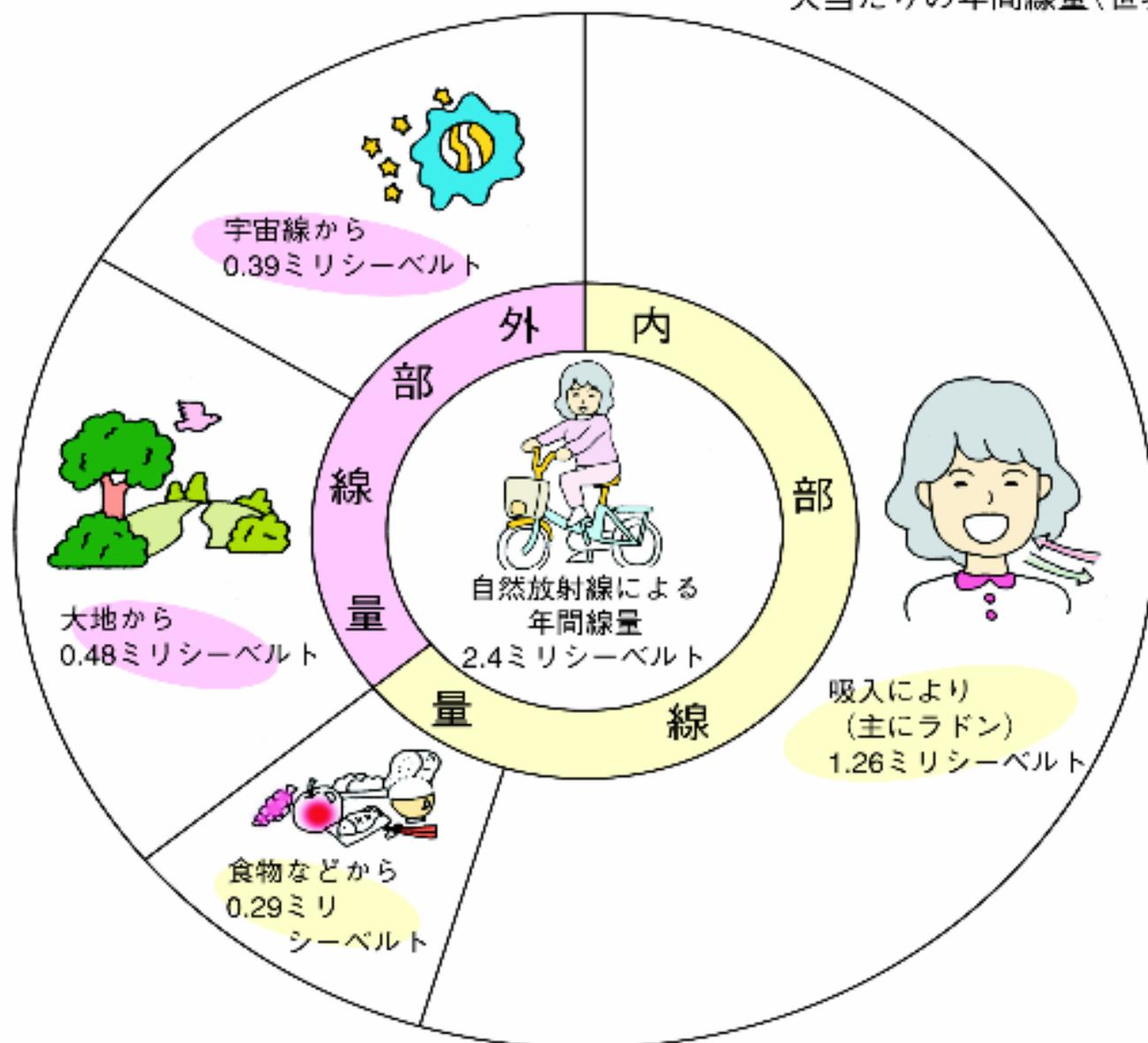


今日、話したいこと

- 放射線と放射能（種類や性質）
放射線と放射能の違いと単位、
放射線の種類と作用、放射能の減り方
- 身のまわりの放射線（能）
自然放射線（大地、宇宙、食物から）、
日常生活と放射線（自然及び医療に伴うもの）
- 放射線による影響
- 外部被ばくと内部被ばく
- 近県他での現状

自然放射線から受ける線量

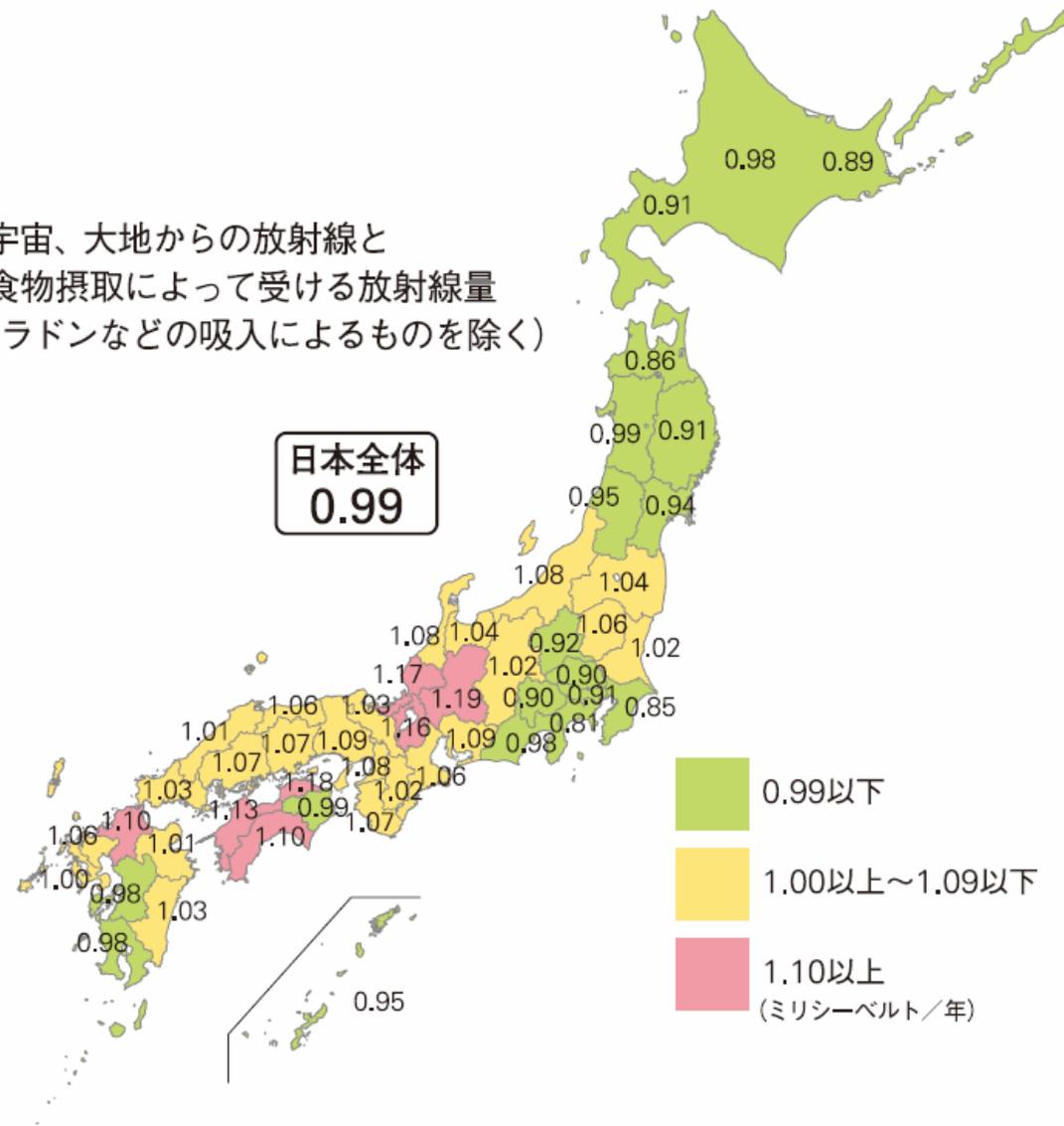
一人当たりの年間線量(世界平均)



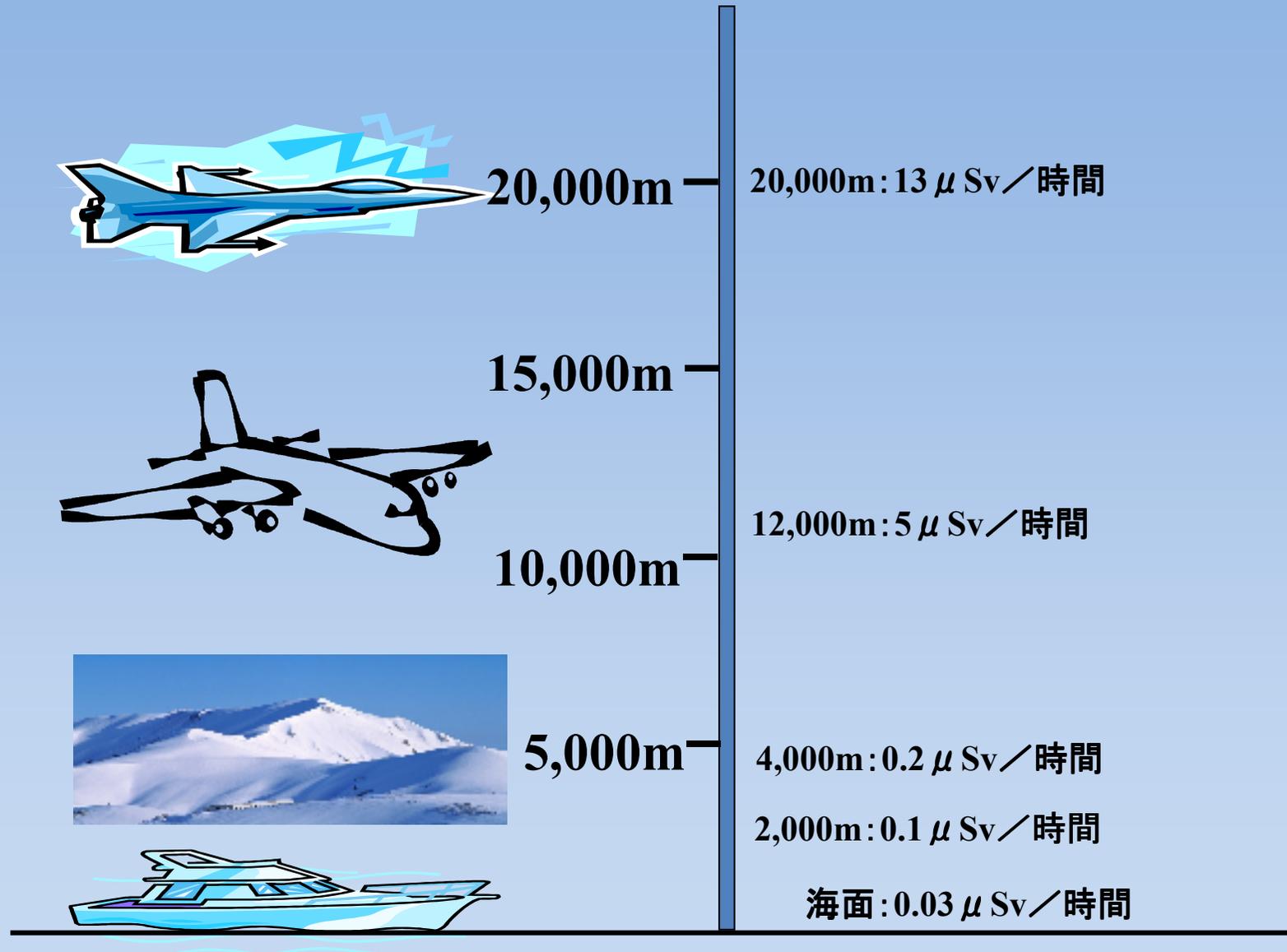
出典：国連科学委員会(UNSCEAR)2000年報告

《 全国の自然からの放射線量 》

宇宙、大地からの放射線と
食物摂取によって受ける放射線量
(ラドンなどの吸入によるものを除く)



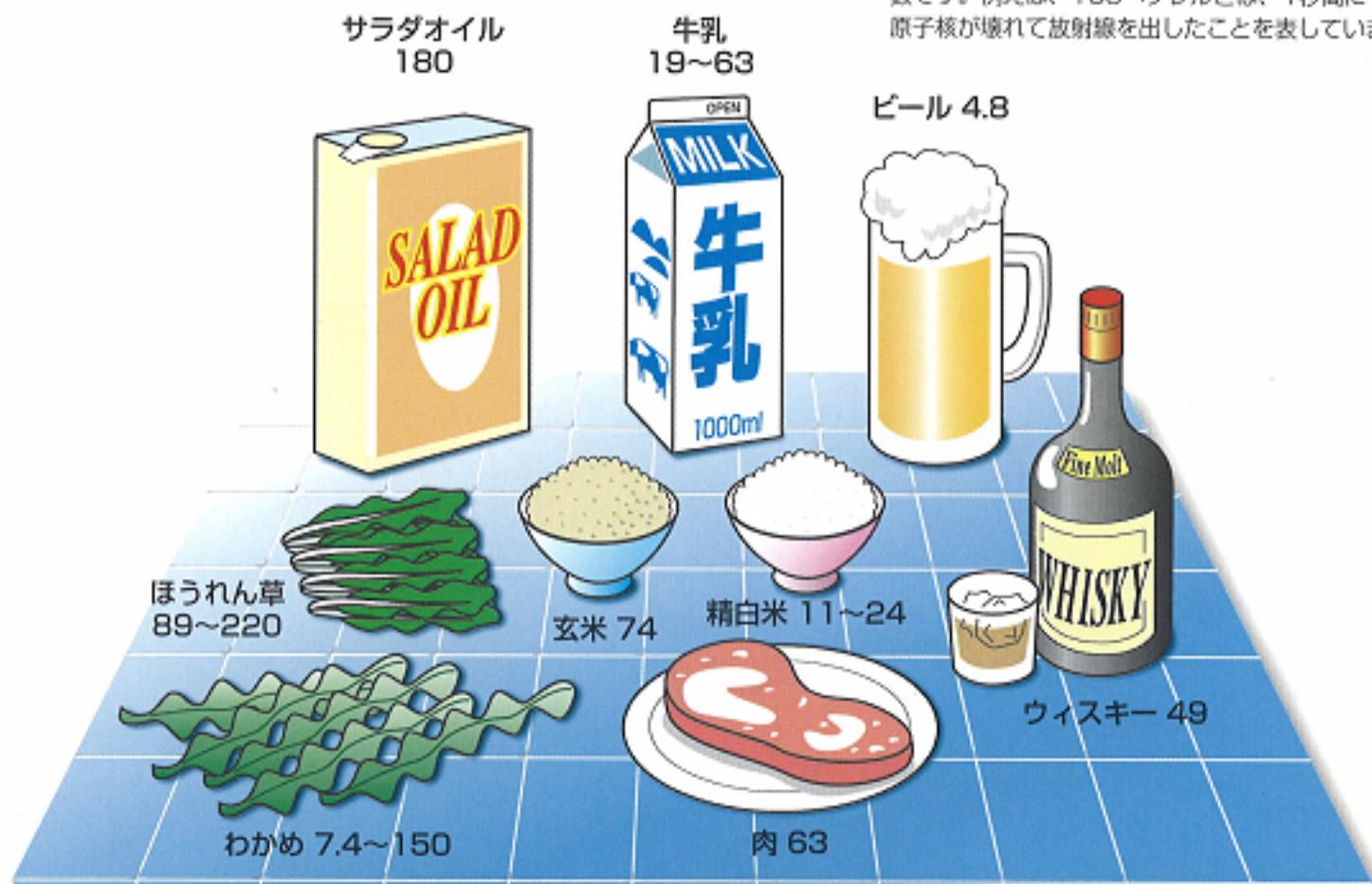
宇宙線の高度変化



食品中の放射性物質

食品の中にも放射線を出す物質があります (1キログラム当たりのベクレル*)

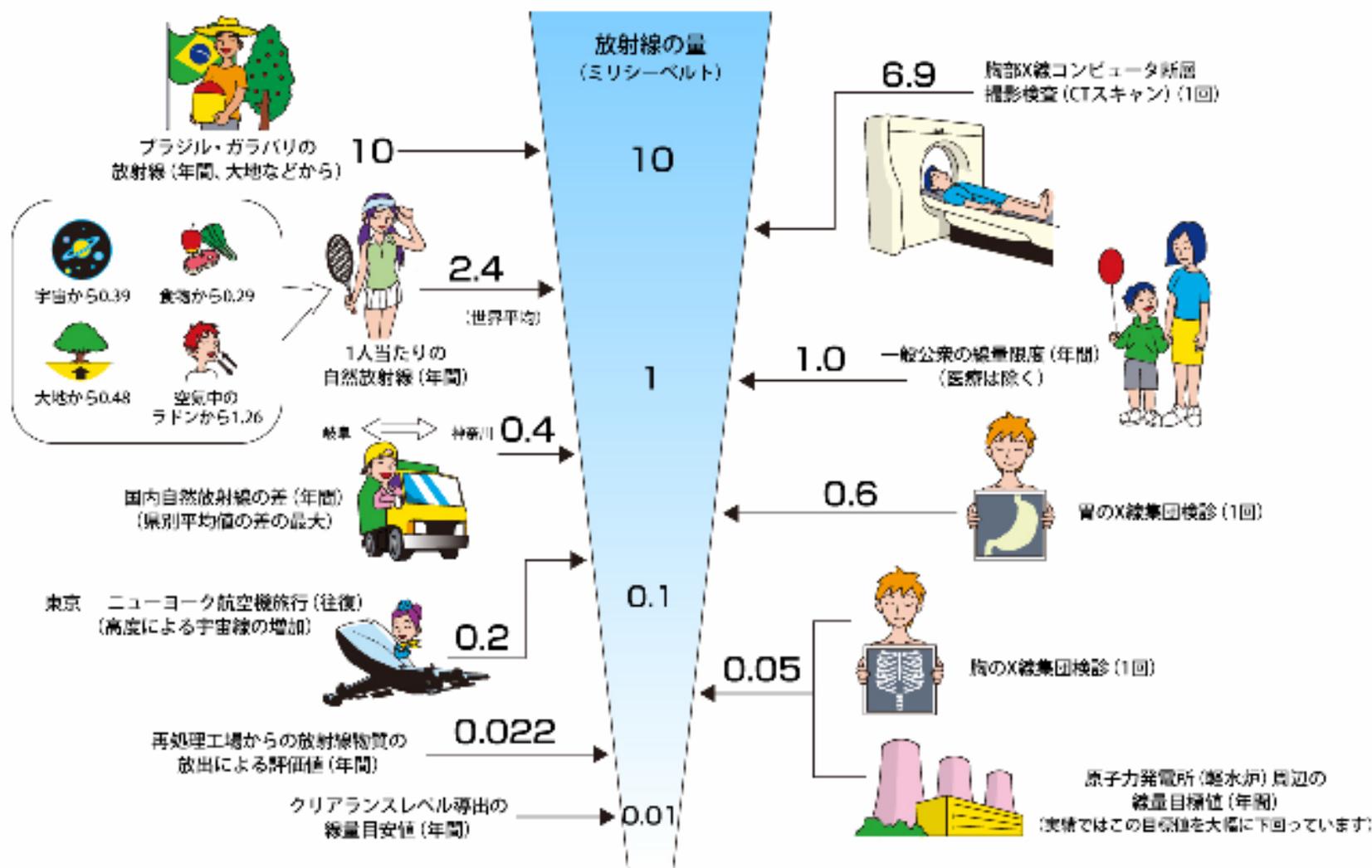
*ベクレルとは、1秒間に放射線を出して壊れる原子核の数です。例えば、100ベクレルとは、1秒間に100個の原子核が壊れて放射線を出したことを表しています。



《 日常生活と放射線 》

自然放射線

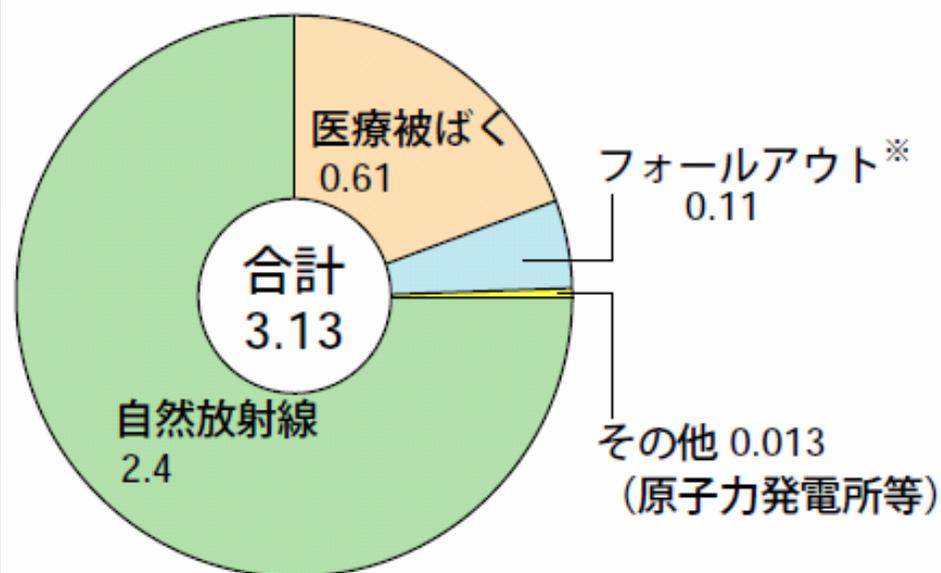
人工放射線



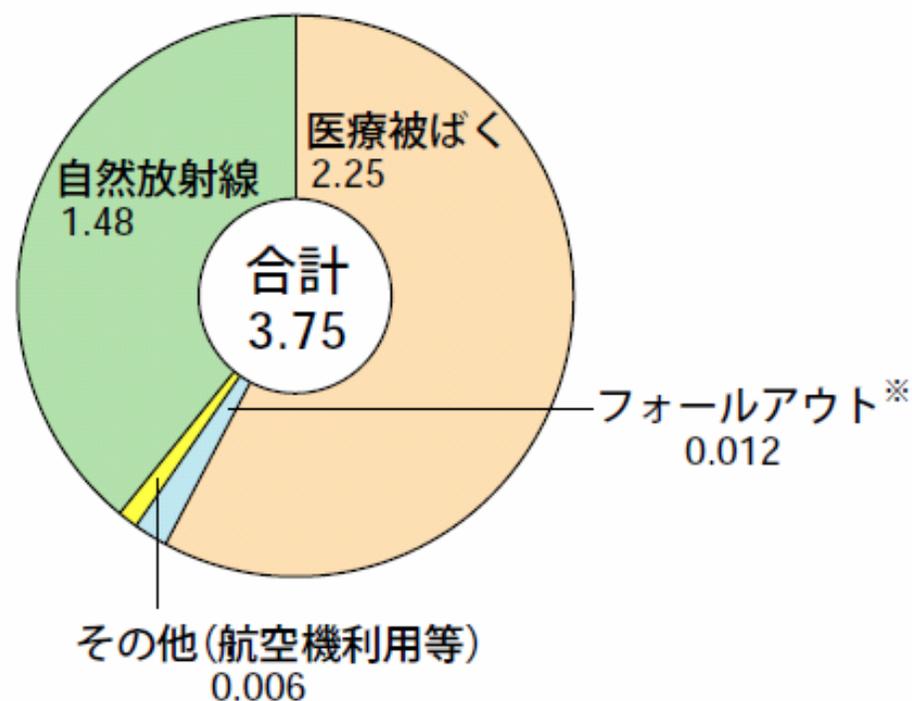
自然および人工放射線源から受ける一人あたりの年間線量

(単位：ミリシーベルト)

世界平均



日本平均



※フォールアウトとは、核実験による放射性降下物

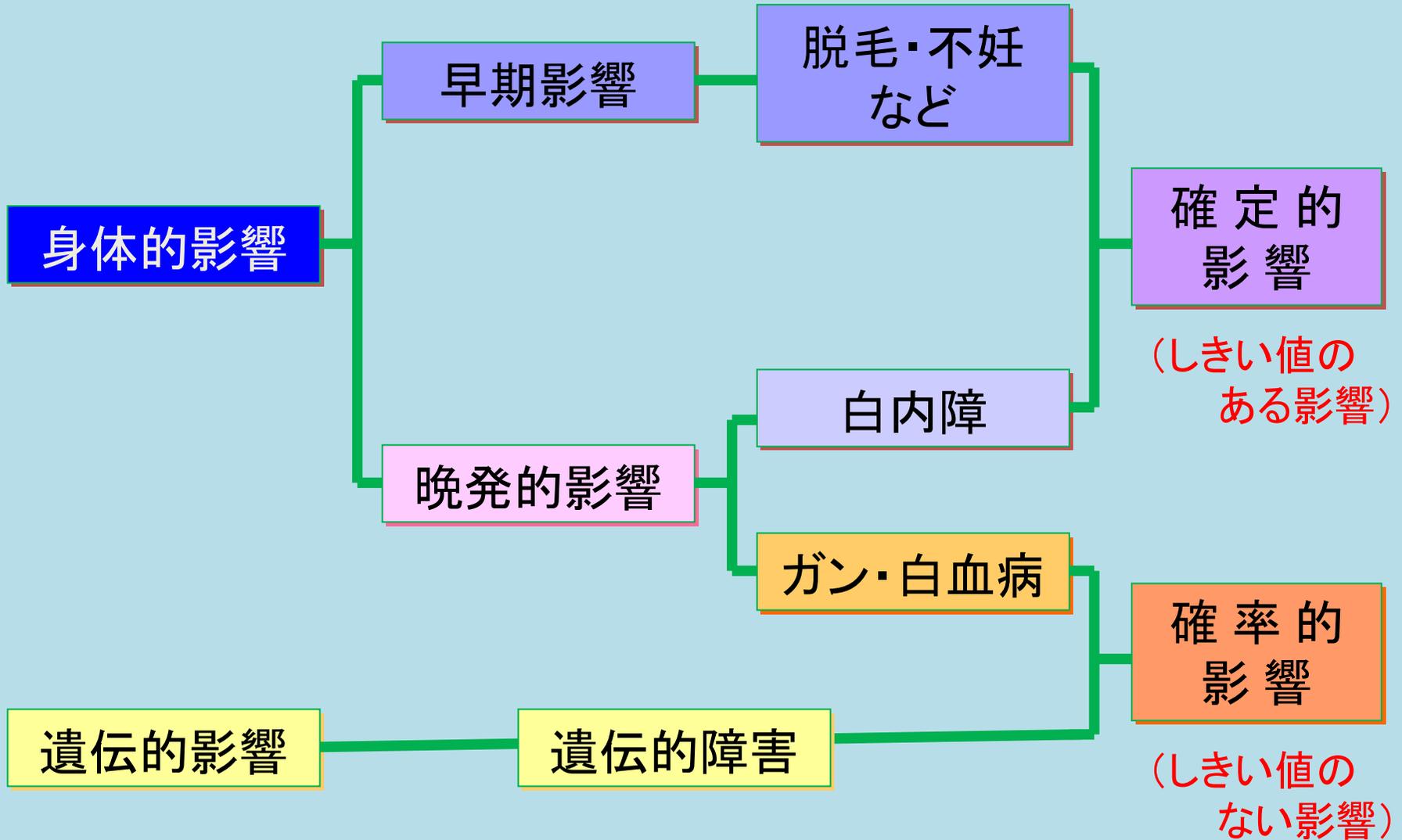
出典：国連科学委員会(UNSCEAR)1992年報告書、旧科学技術庁「生活環境放射線」

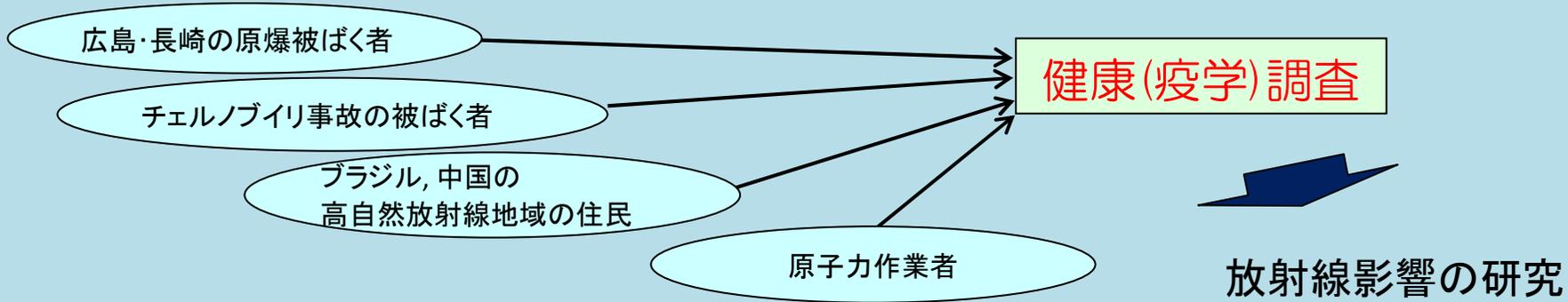


今日、話したいこと

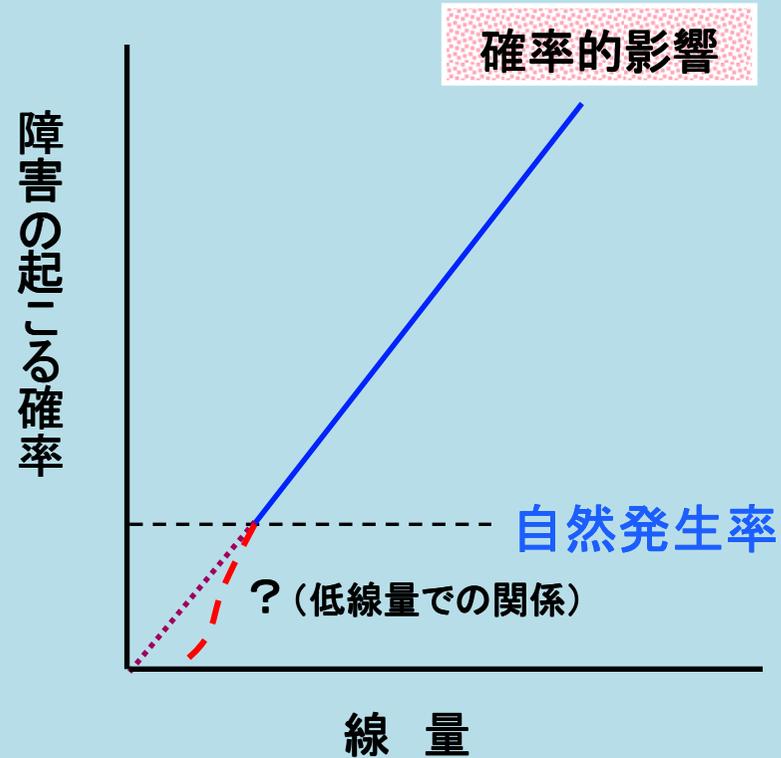
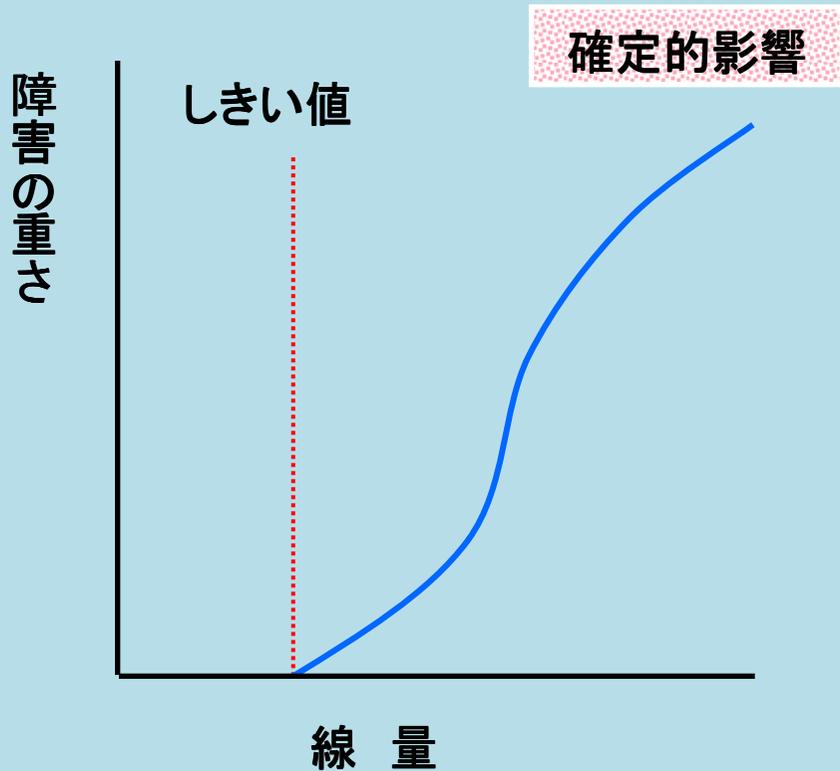
- 放射線と放射能（種類や性質）
- **身のまわりの放射線（能）**
自然放射線（大地、宇宙、食物から）、
日常生活と放射線（自然及び医療に伴うもの）
- **放射線による影響**
放射線の人体への影響
（種類、線量と症状（現われ方の違い））
- 外部被ばくと内部被ばく
- 近県他での現状

放射線の人体への影響

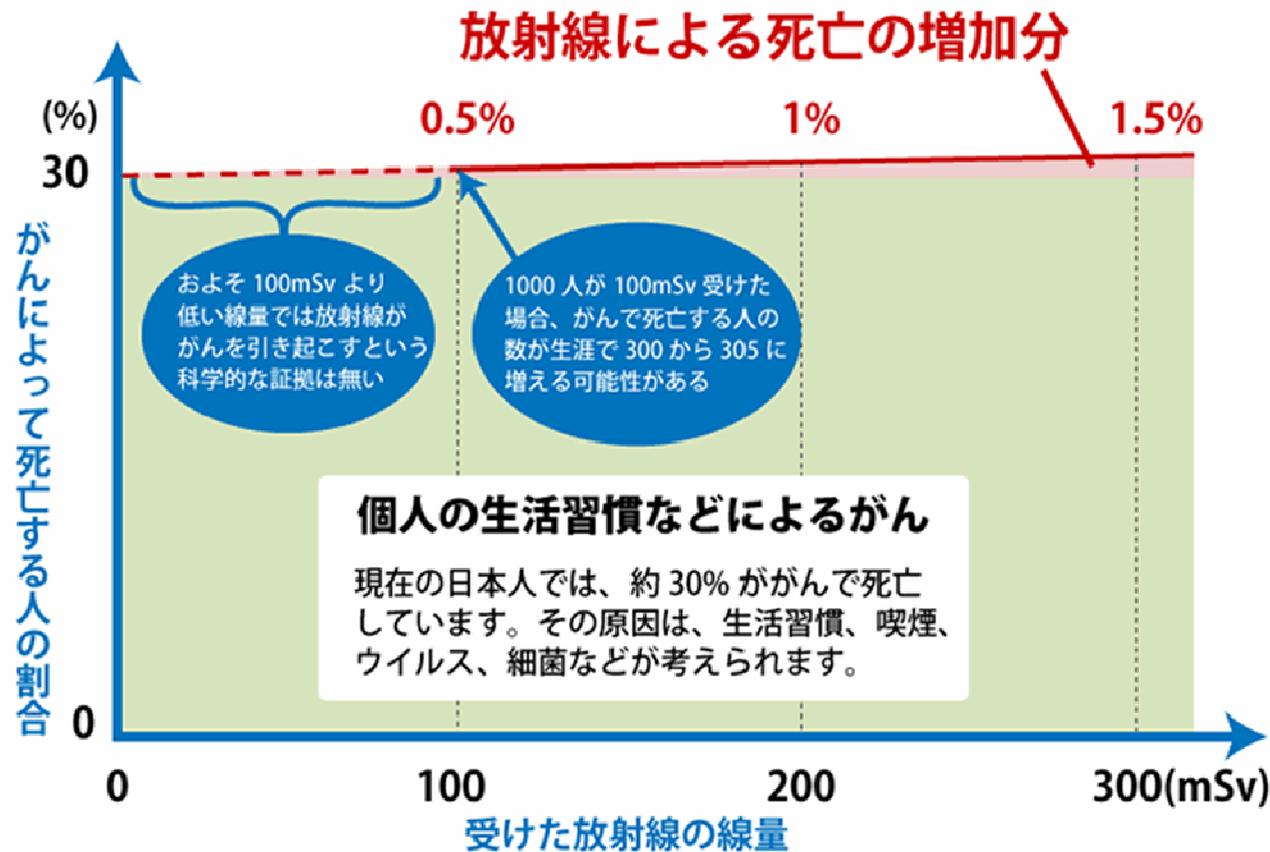




線量と障害の関係

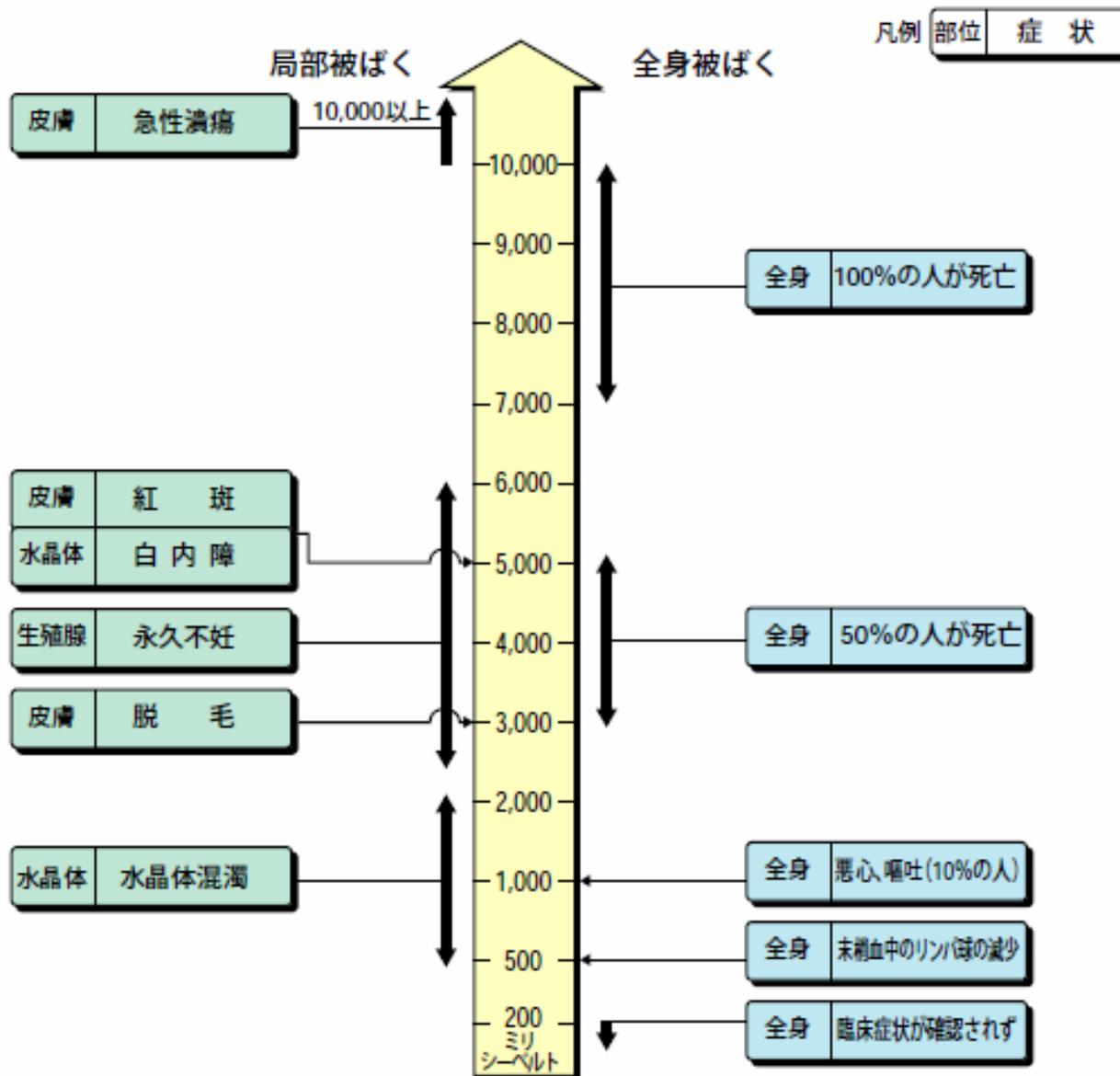


放射線量とがん・白血病の増加



がんは放射線だけでなく、食事、喫煙、ウイルス、大気汚染など様々な要因によって発症すると考えられます。起こった個々のがんが放射線によるものであると特定することはできません。従って、放射線ががんを引き起こしているかどうかを検証するには、多くの集団において、受けた線量とともにがんが起る確率も上昇することを調べる必要があります。原爆被爆者の調査ではおよそ100mSv以上の線量では、線量とともにがん死亡が増加することが確認されていますが、およそ100mSvまでの線量では、放射線とがんについての研究成果に一貫性はなく、放射線によりがん死亡が増えることを示す明確な根拠はありません。しかしながら国際放射線防護委員会は、放射線防護の目的のための慎重な考え方として、100mSv未満でも線量に応じてがん死亡が高まると仮定することを勧告しています。(以下略)

放射線量と急性の放射線影響



(注) 一般の人の線量限度1.0mSv/年、
原子力発電所周辺の線量目標0.05mSv/年

出典：ICRP Pub.60 他



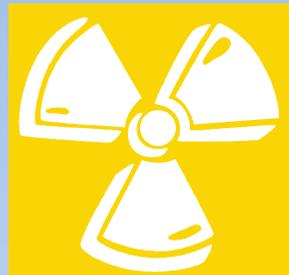
今日、話したいこと

- 放射線と放射能（種類や性質）
- 身のまわりの放射線（能）
- **放射線による影響**
放射線の人体への影響
（種類、線量と症状（現われ方の違い））
- **外部被ばくと内部被ばく**
外部被ばくと内部被ばくの違い、防護の方法
- 近県他での現状

外部被ばくと内部被ばく

外部被ばく

(放射性物質は体の外)



放射性物質

放射線

身体汚染

経皮吸収

内部被ばく

(放射性物質は体の内)
(放射性物質の体内への取込)

空気中の放射性物質(吸入)

汚染した食物(経口摂取)

浮遊

表面汚染

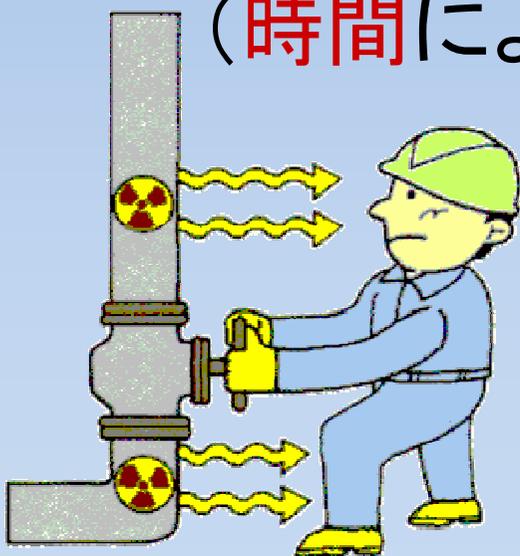
どのようにして防ぐか?

放射性物質に近づかない、遮へいする

放射性物質を体内に取り込まない

外部被ばくの防護

1. 放射線源と作業者の間に遮へい材を置く。
(**遮へい**による防護)
2. 放射線源からできるだけ距離をとる。
(**距離**による防護)
3. 被ばくを伴う作業時間を短くする。
(**時間**による防護)



外部被ばく防護の3原則

最良の方法 ⇒ 放射線源の排除

内部被ばくの防護

- 放射性物質を体内に取り込まないようにする。

摂取経路:

- 汚染した空気の呼吸による吸入(吸入摂取)
- 汚染物の口からの取り込み(経口摂取)
- 皮ふ(傷口)からの摂取(経皮吸収)



呼吸保護具(マスク他)

人体の露出を防ぐ(防護衣、手袋、帽子他)

(放射線が遮蔽できる防護衣もあり)

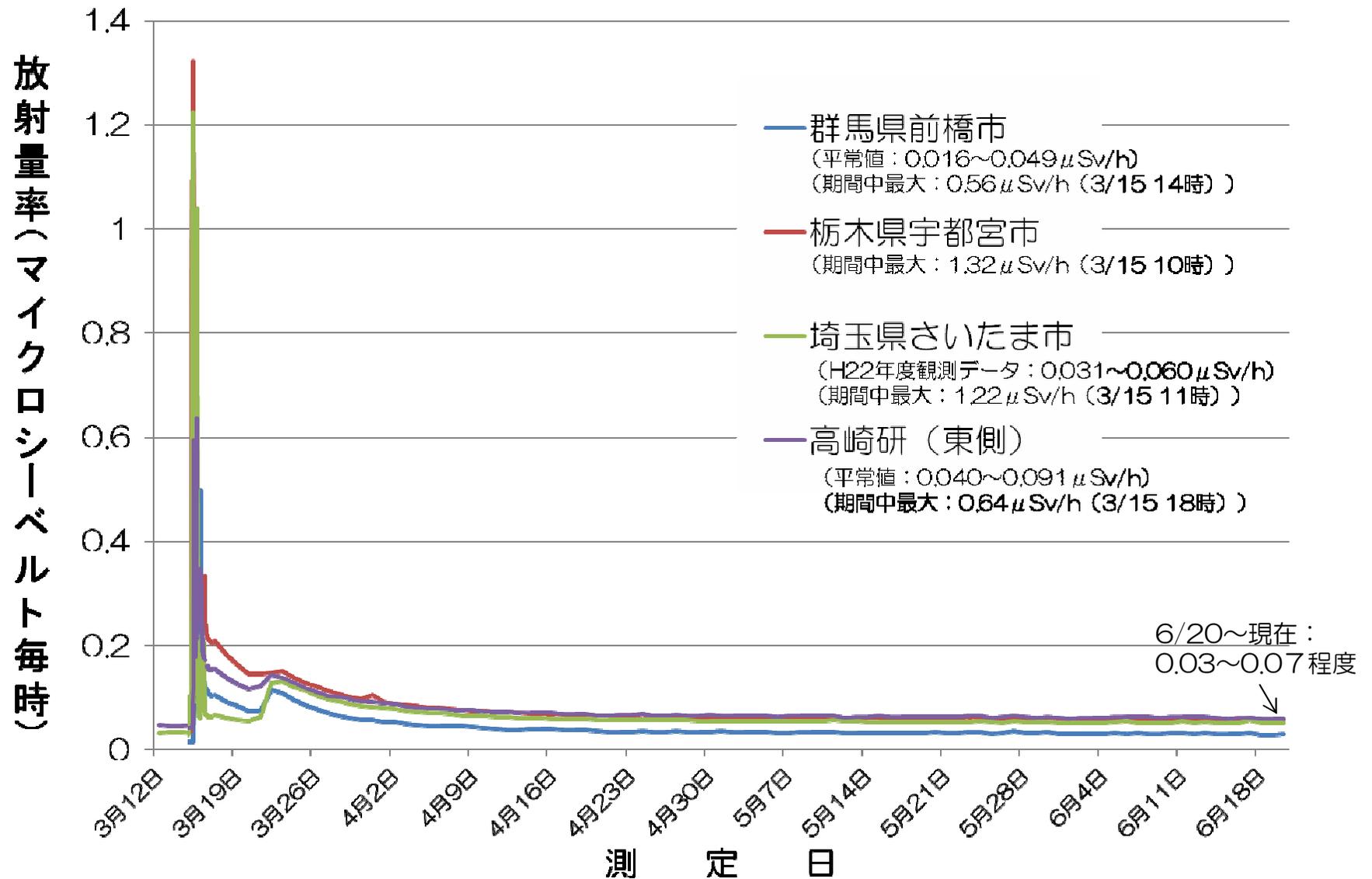
体内に取り込まれた放射性物質は、それ自体の半減期と人体の代謝作用により、減少していく。



今日、話したいこと

- 放射線と放射能（種類や性質）
- 身のまわりの放射線（能）
- 放射線による影響
- **外部被ばくと内部被ばく**
外部被ばくと内部被ばくの違い、防護の方法
- **近県他での現状**

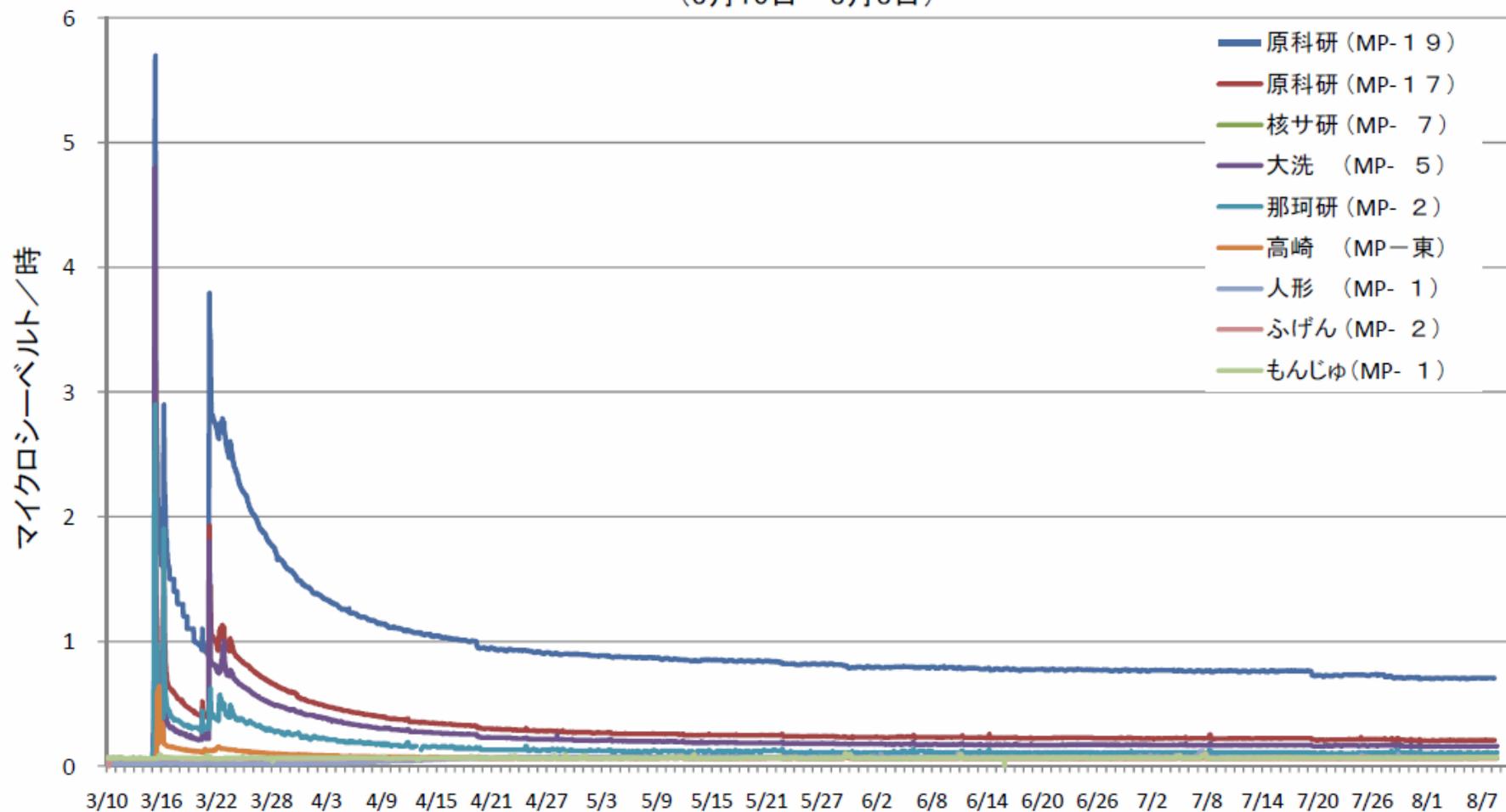
群馬県近県におけるモニタリングポストの値



各県HP記載1時間値データ
(15,16日以外は各日0時における値で代表)

原子力機構各拠点のモニタリングポスト(代表点)における線量率の推移

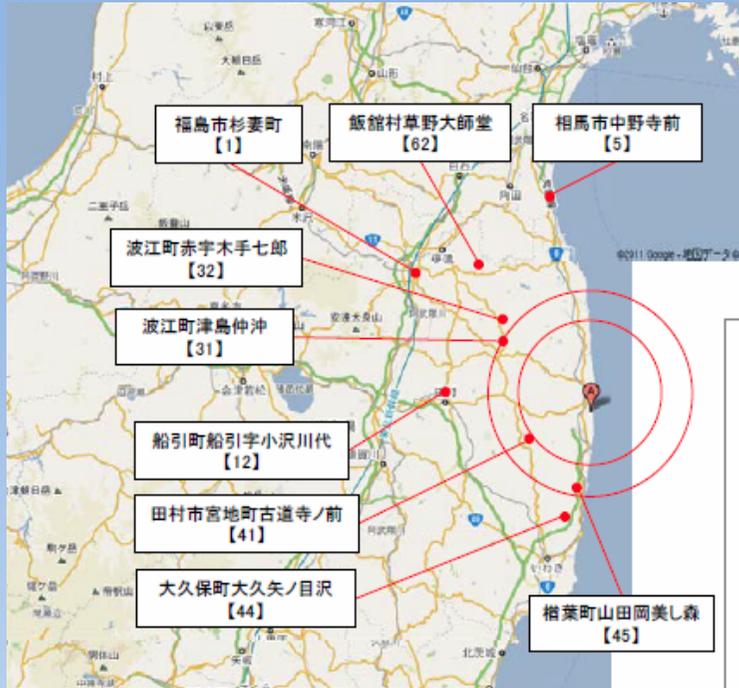
(3月10日～8月8日)



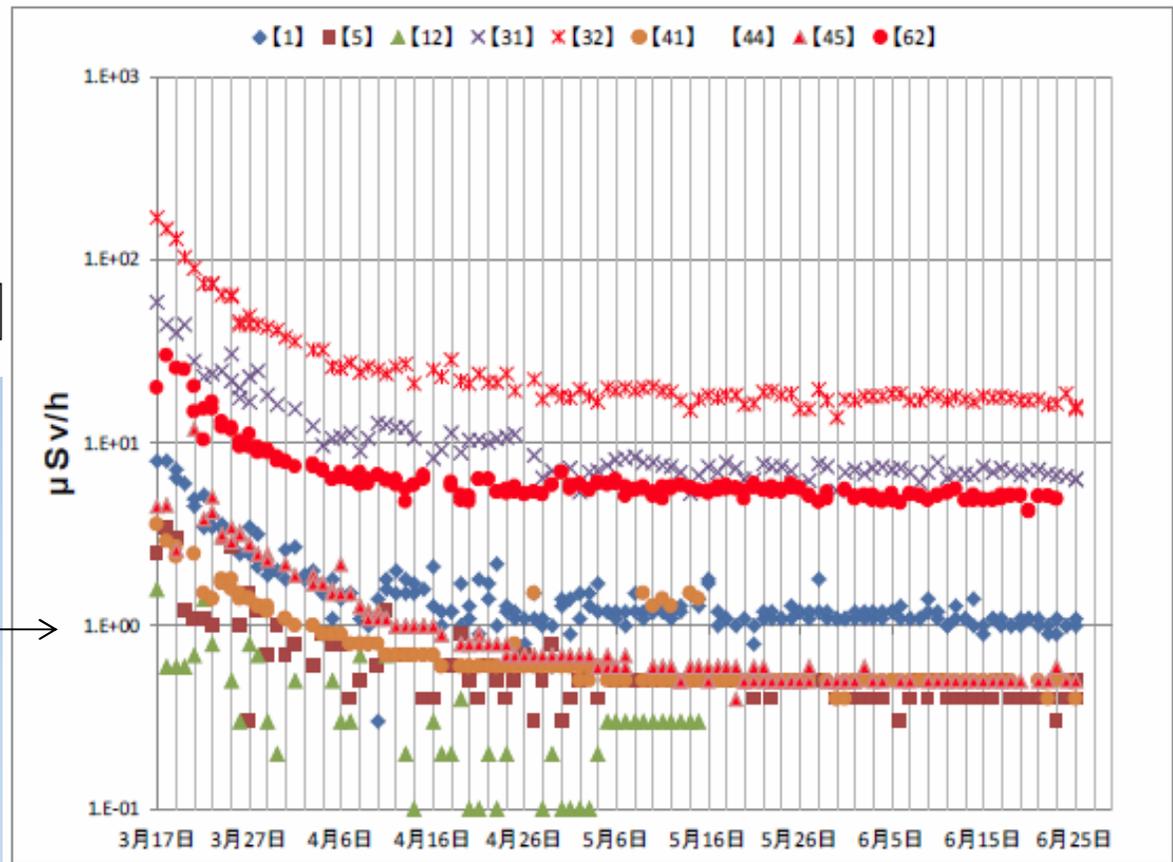
注1) マイクログレイ/時=マイクロシーベルト/時として表示している。

注2) モニタリングポストの線量率は、設置場所の周りの放射線の状況に依存する。原科研(MP-19)は、福島第一原子力発電所から飛来した放射性物質が近接する松林に付着し、これからの放射線の影響により他のモニタリングポストよりも若干線量率が高めになっているが、安全上の問題はない。

福島放射線(能)の現状～空間放射線量

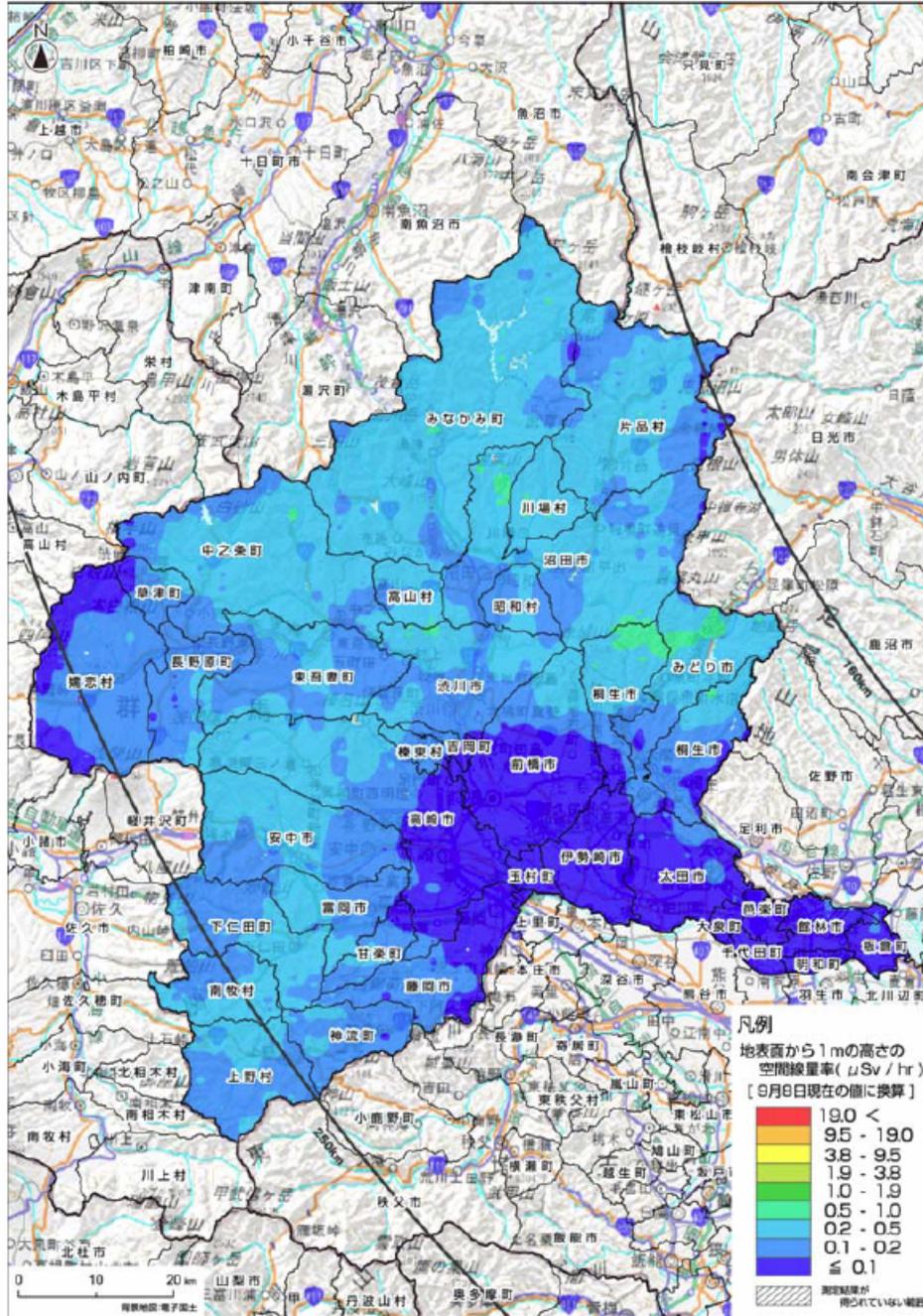


6月27日までの線量の変化
(文部科学省HPのデータより抜粋して作成)

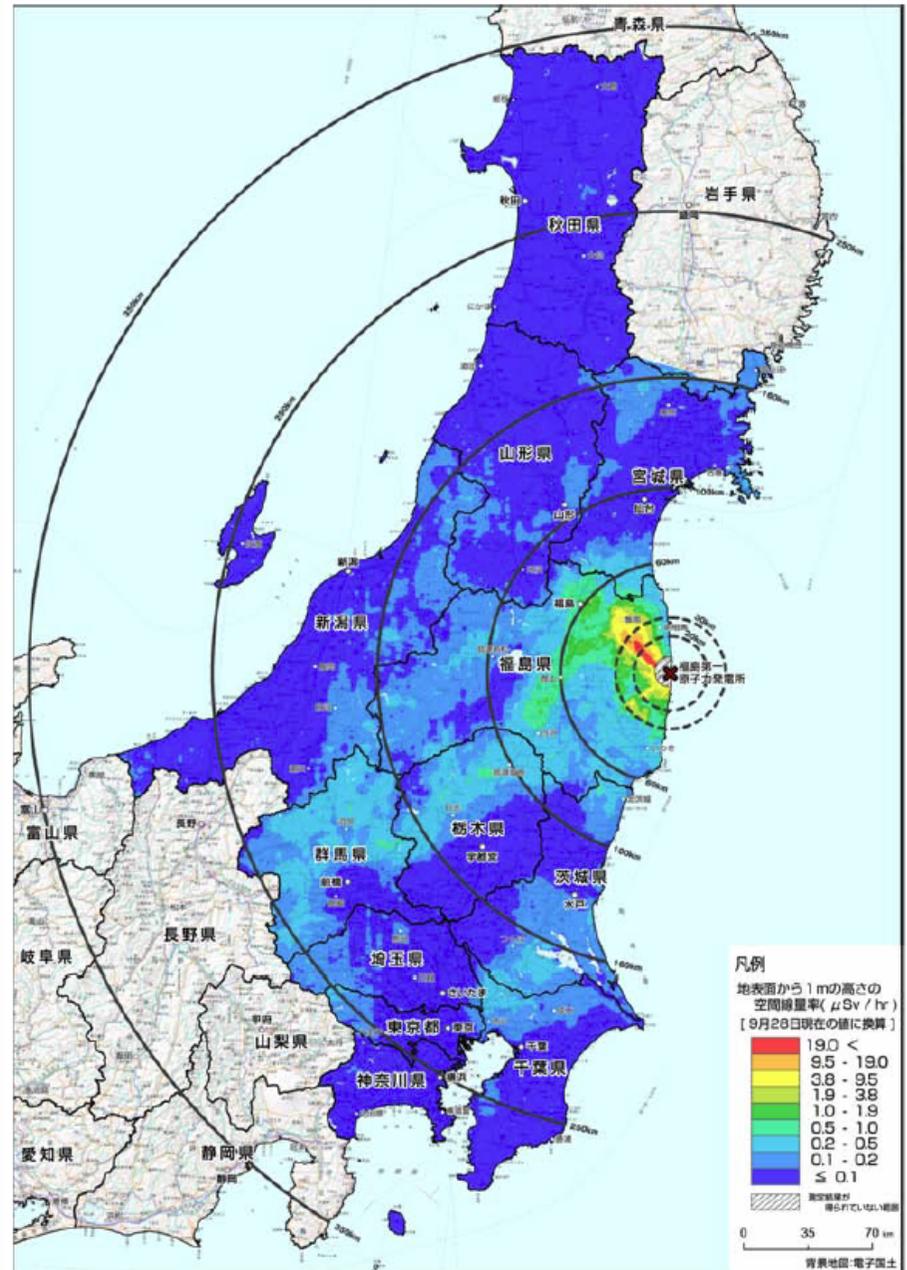


1 マイクロシーベルト毎時 →

文部科学省及び群馬県による航空機モニタリングの測定結果について
(群馬県内の地表面から1m高さの空間線量率)

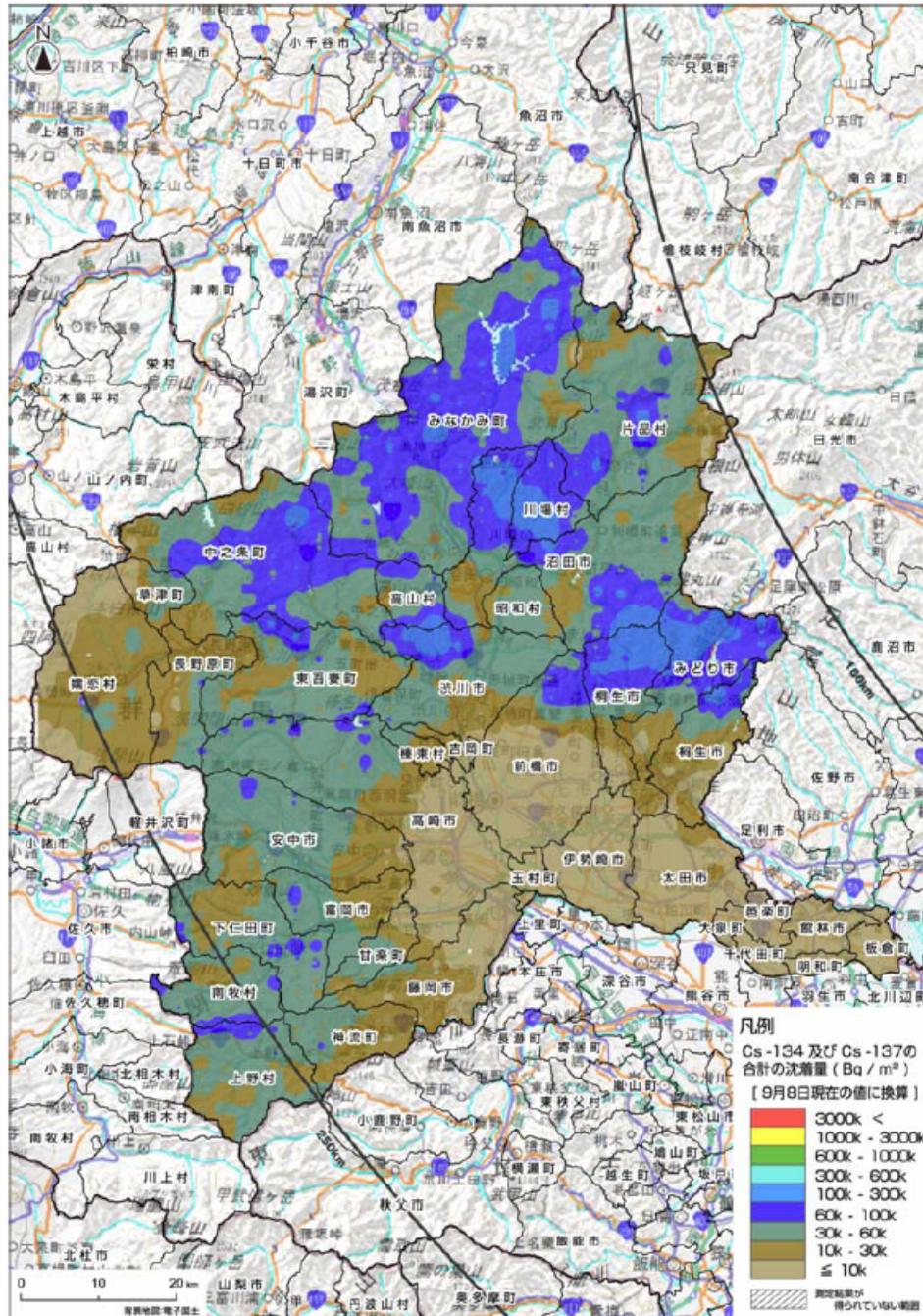


文部科学省による新潟県及び秋田県の航空機モニタリングの測定結果について(文部科学省がこれまでに測定してきた範囲及び新潟県及び秋田県内における地表面から1m高さの空間線量率)

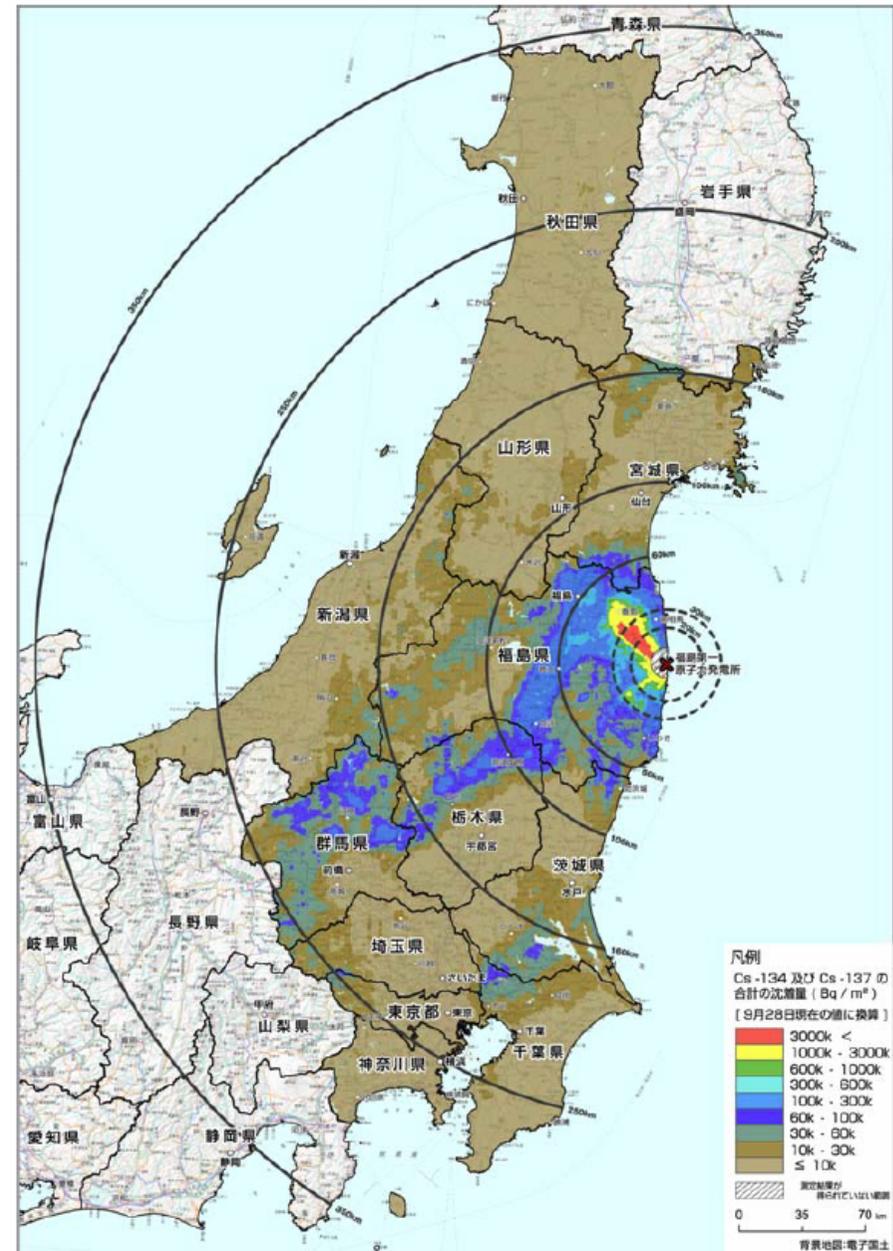


文部科学省HPより(平成23年9月27日及び10月12日付け)

文部科学省及び群馬県による航空機モニタリングの測定結果について
(群馬県内の地表面へのセシウム134、137の沈着量の合計)



文部科学省による新潟県及び秋田県の航空機モニタリングの測定結果
について(文部科学省がこれまでに測定してきた範囲及び新潟県
及び秋田県内の地表面へのセシウム134、137の沈着量の合計)



文部科学省HPより (平成23年9月27日及び10月12日付け)

事故時の放射性物質の放出、拡散、移行

