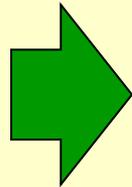




# 福島第一原発事故と放射線

2014年1月27日作成  
文責:アドバイザー青木仁

# 福島第一原発事故により 放出された主な放射性物質



放出量: 合計約20ペタベクレル 約500ペタベクレル

**ヨウ素131**は半減期8日であり**現在**は**ほぼゼロ**。  
**現在まで残存**しているのは半減期2年の**セシウム134**と半減期30年の**セシウム137**。



事故後の調査の結果、ストロンチウムの1地点以外の全地点で事故前10年間の県内データの範囲内。これを超えた1地点についても過去の全国最大値以下。



# 自然環境中にある放射線

世界平均で私たちは年に  
2.4ミリシーベルトの被ばく

世界平均で年に  
0.39ミリシーベルト

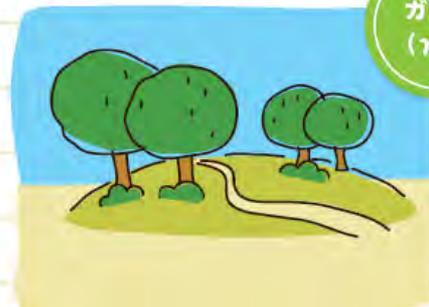
陽子

太陽などから飛来する  
陽子や中性子の流れ



陽子線

宇宙から



ガンマ線

大地から

世界平均で年に  
0.48ミリシーベルト



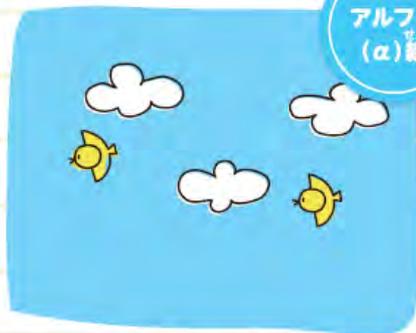
トリウム  
234・230

トリウム 232

世界平均で年に  
1.26ミリシーベルト



ラドン 222



アルファ線

空気中から



アルファ線  
ベータ線  
ガンマ線

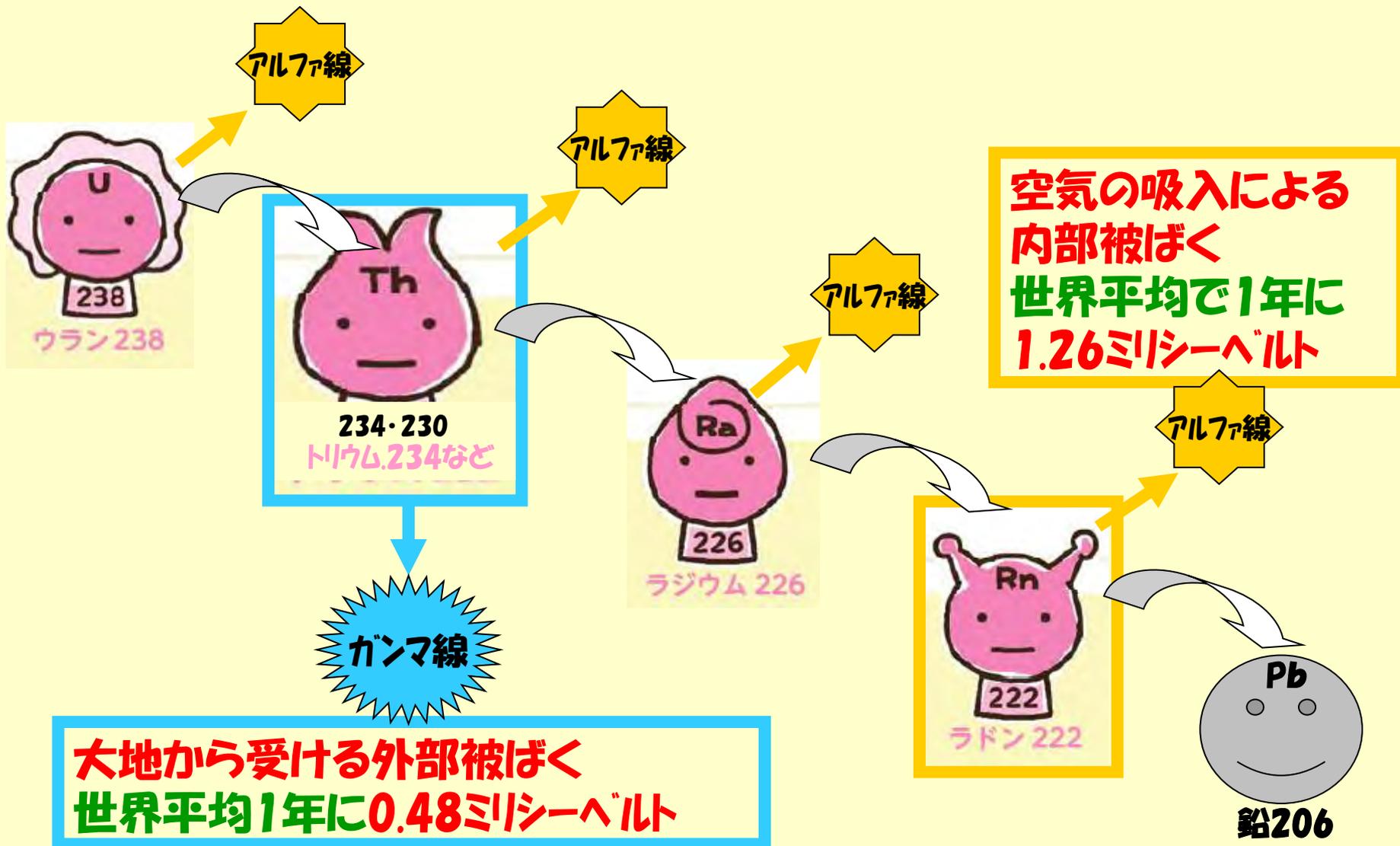
食物から

世界平均で年に  
0.29ミリシーベルト



カリウム 40

# 自然の放射性元素 ウラン・トリウム系列



# 自然の放射性元素 カリウム40(カリウムの0.0117%)



カリウムは植物の生育に不可欠な元素。  
全ての食物が放射性カリウム40を含有。

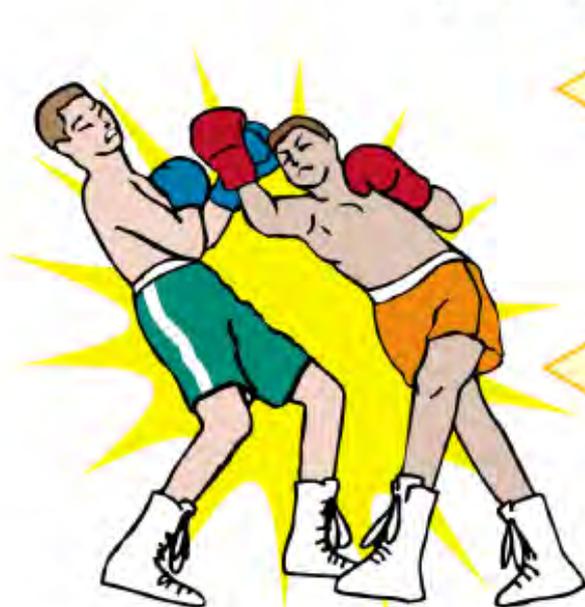
## 食品中のカリウム40のおおよその量



データの出典：放射線医学総合研究所資料ほか

# 放射能や放射線の単位

ボクシングにたとえると・・・



パンチの数

**放射能**

放射線を出す能力がどれくらいあるか

単位：ベクレル (Bq)

パンチの威力

**吸収線量(放射線の単位 1)**

人の体や物に吸収された放射線のエネルギーの量

単位：グレイ (Gy)

ダメージの大きさ

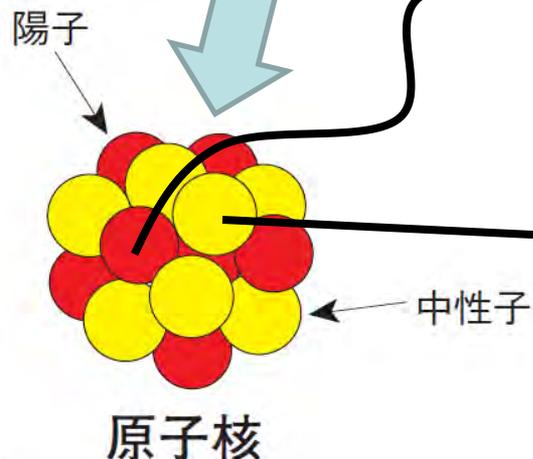
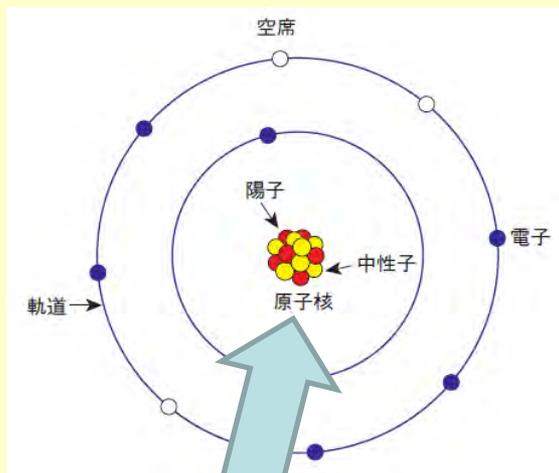
**実効線量(放射線の単位 2)**

人体に放射線を受けることを被ばくといい、被ばくによる人体への影響の程度を表す

単位：シーベルト (Sv)

※ 1ミリシーベルト = 1,000マイクロシーベルト

# 放射性セシウムが放出する放射線： ガンマ線とベータ線



## ガンマ線:

放射性セシウムがベータ線を放出するときに余ったエネルギーが電磁波となって出てくる線。空気中では平均で100メートルも飛び、X線のように人の体もつきぬけていく。

## ベータ線:

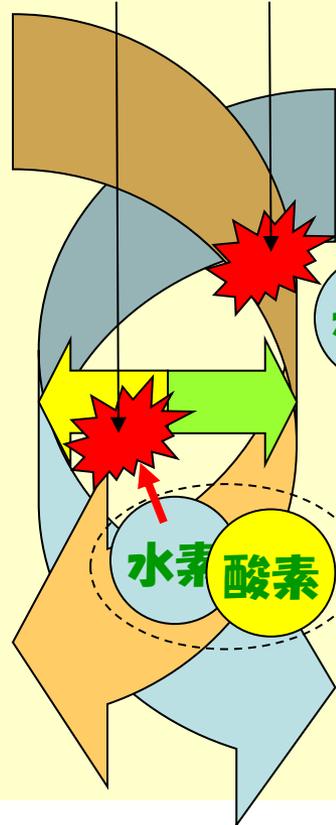
中性子から出てくる電子の線。放射性セシウムの出すベータ線は空気中で2メートル、体の中では2ミリしか飛べない。

# 放射線の健康影響メカニズム

ベータ線やガンマ線が私たちの体にあたると、細胞中の遺伝子DNAが傷つく。その結果、ガンの可能性が増す。

## DNAの損傷

塩基の損傷 鎖の損傷



被ばくした放射線が持つ質量や電荷、エネルギーによって起きるDNA損傷

細胞内にある水分子を分離させ、H原子と中性OH(ヒドロキシラジカル)などを生成することを通じてDNAを損傷

## 放射線被ばく影響

- ☆ 直接的影響
- ☆ 間接的影響

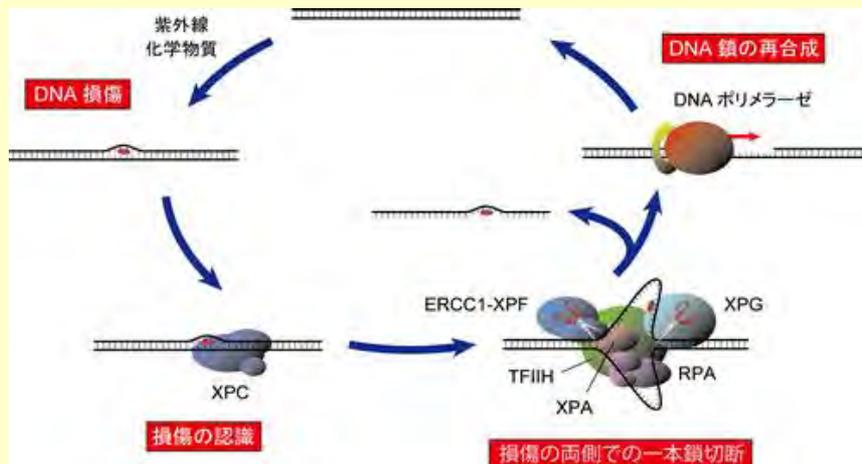
放射線被ばく以外にもさまざまな要因で細胞内には活性酸素(フリーラジカル)が生成

- ☆ 酸素呼吸そのもの
- ☆ 細菌やウイルス
- ☆ 発ガン性のある化学物質
- ☆ 過度の運動やストレス
- ☆ 喫煙
- ☆ 紫外線

# 放射線の健康影響メカニズム

- \* 私たちは約60兆個の細胞によって構成されています。
- \* その細胞1つにつき日に数万回のDNA損傷を受けていますが、そのほとんどは細胞内の酵素の働きによって修復されます。
- \* DNA修復に失敗した細胞のほとんどは自然に死滅します。
- \* 自然死しなかったDNA変異細胞は白血球の免疫作用によって捕食され、ガン化が阻止されます。
- \* それでも生き残るDNA変異細胞が病気としてのガンに成長します。
- \* 放射線の長期被ばくによる生涯ガン死亡率の増大は1ミリシーベルトの被ばくで0.005%と仮定されています(しきい値なし直線仮説といいますが、実際には一度に100ミリシーベルト被ばくした場合でもガン死亡率の増大は確認されていません)。

@神戸大学バイオナノ  
研究センター菅澤研究室

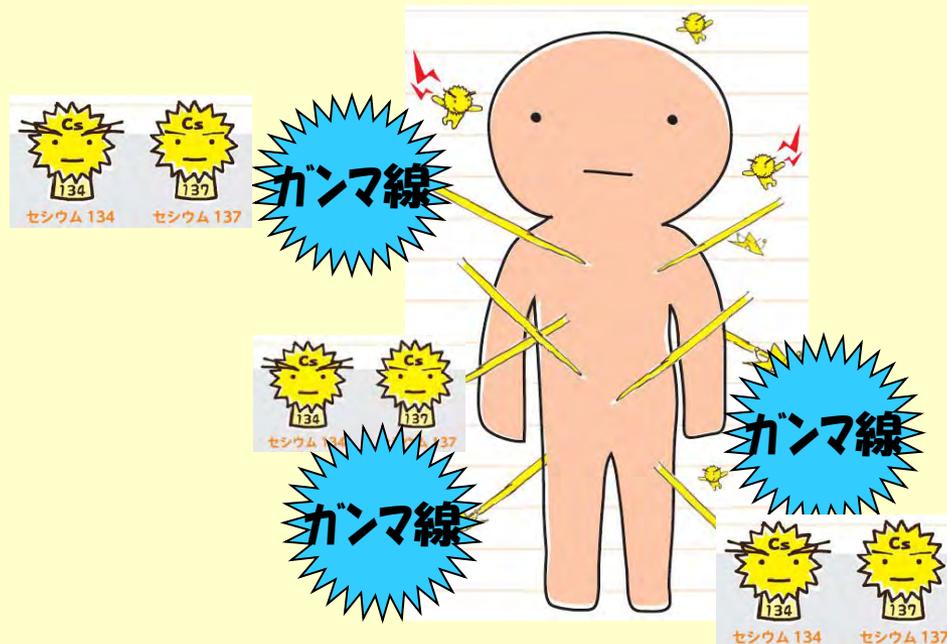


## 外部被ばく:

# 身体の外にある放射性セシウムの放出するガンマ線による被ばく

放射性セシウムの放出する**ベータ線**は水中では2ミリメートルしか飛べないため、身体の外からやってきても、私たちの皮膚の表面で止まってしまうので**外部被ばくの要因とはなりません。**

これに対して放射性セシウムの放出する**ガンマ線**は空気中では平均で100メートル飛び、貫通力も大きいいため私たちに**外部被ばくをもたらします。**

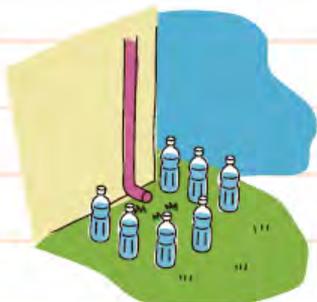


# 外部被ばくを減らすためには 放射性物質に…

ポイント  
1

近づかない

受ける放射線量は放射性物質からの距離の2乗に反比例して小さくなります。



ポイント  
2

早めに  
通りすぎる

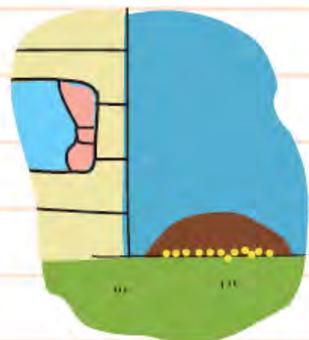


受ける放射線量はそれを受けている時間に比例します。年間で1ミリシーベルトの被ばくであれば、1日の被ばく線量は0.0027ミリ=2.7マイクロシーベルトです。

ポイント  
3

遮る

30cmの厚さの土でガンマ線の97.5%を遮ることができます。



ポイント  
4

取り除く

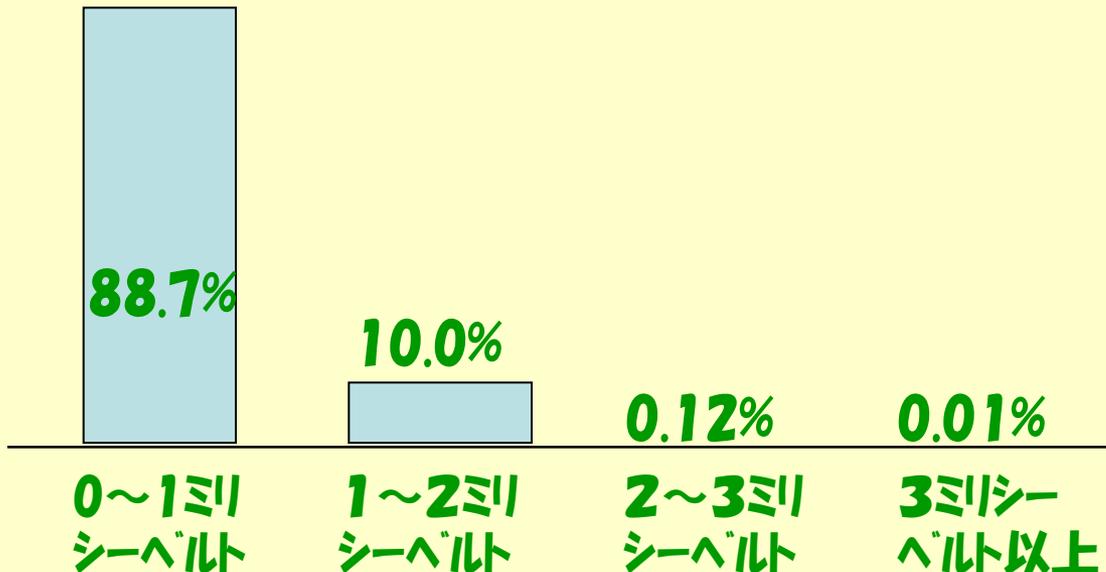


福島の中にある放射性セシウムのほとんどは土の粒子に付着しているため土ほこりと同じように叩き落とすことができます。

## 外部被ばく:

# 身体の外から受ける放射性セシウムのガンマ線量の検査

- \* 福島市では市民の方々に3ヶ月の間、**ガラスバッジ**を身に付けていただいて、実際にどれだけの**外部被ばく**を受けているかを**検査**しています。
- \* 2012年度の検査結果は下のグラフのとおりで、**90%近くの方々が**国が長期的に目指している**年間累積被ばく線量1ミリシーベルト以下**になっていました。

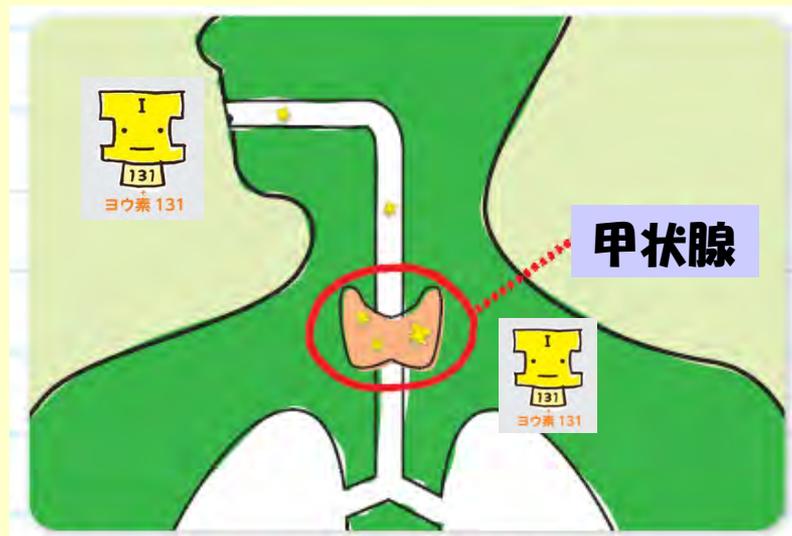


## 内部被ばく： 子供たちの甲状腺検査

放射性ヨウ素**131**は身体の中で**甲状腺**だけに集まります。特に**成長期**の子ども達の甲状腺への**影響**が心配されています。

そのため、福島県では事故当時18歳以下だった37万人の甲状腺の詳細な検査・診断を行っています。この事業により平成25年12月末までに33人が**甲状腺がん**と診断されました。手術を受けた方々の予後は良好とのことです。

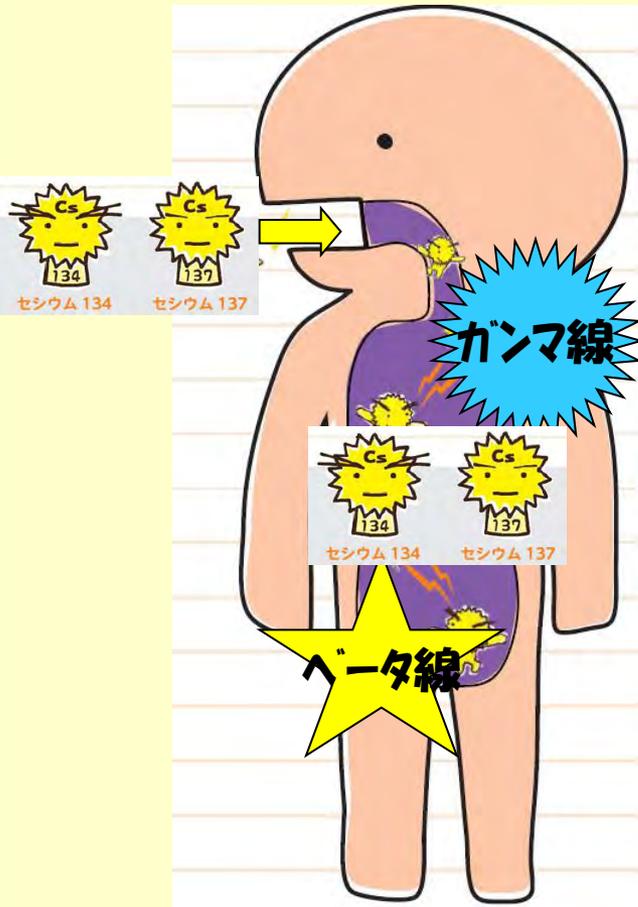
この数値のもつ意味を比較評価するために長崎市、甲府市、弘前市でも子供たちの甲状腺検査が行われています。



現時点では福島環境中に放射性ヨウ素**131**は**存在しません**。

## 内部被ばく:

身体の外に取り込んだ放射性セシウムの放出する  
ベータ線とガンマ線による被ばく



食物や水の摂取・空気の吸引によって私たち  
身体の中に取り込まれた放射性セシウムは、  
身体中の主に筋肉組織の細胞に分配され、  
そこでベータ線とガンマ線を放出し、私たち  
の細胞中のDNAに影響を与えます。  
身体の中に取り込まれた放射性セシウムは  
成人の場合、**90日間でその半分が体外に排  
泄**され、体内に蓄積され続けることはありません。  
これを**生物学的半減期**といいます。

## 放射性セシウムによる 内部被ばくを防ぐために

\* 放射性セシウムの取り込みによる内部被ばくを防ぐために、水道水や食品に対する**放射性セシウム含有量の限度**が設けられ、**厳しい検査と監視**が行われています。

\* 農作物については、農地中のカリウムの濃度をカリウム肥料の増施肥などによって一定以上に保つことで、カリウムと拮抗関係にある放射性セシウムの**取り込みを抑制する対策**などが効果を上げ、ほとんどの品目について放射性セシウムの含有量を十分に低い水準に保つことができます。

\* 空気中には、風の強い日などに放射性セシウムの付着した土ほこりが浮遊していますが、それを呼吸することによる年間の内部被ばく線量は**1ミリシーベルトの1000分1=1マイクロシーベルトにも達しません。**

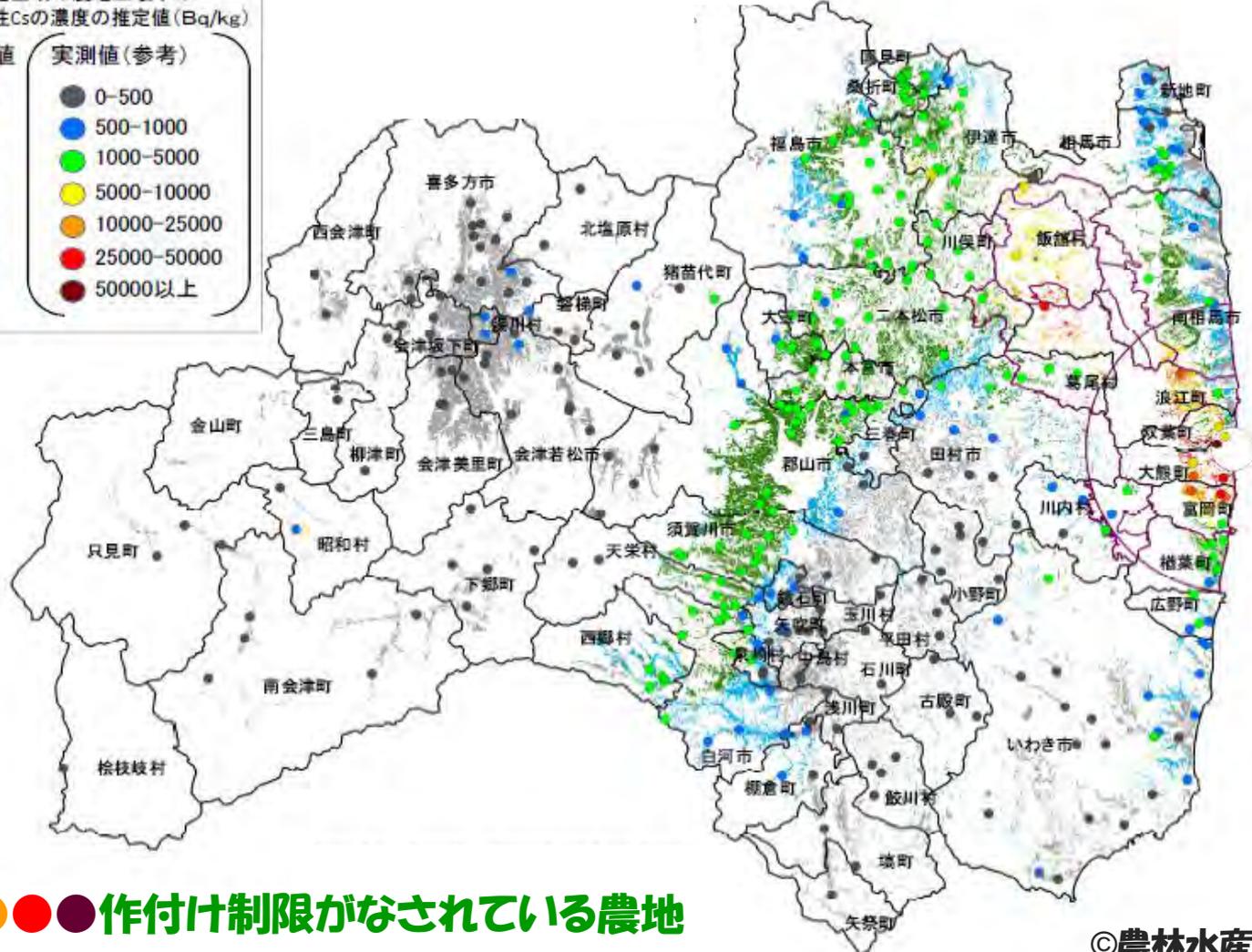
放射性セシウムの新基準値

食品群	基準値 (Bq/kg)
飲料水	10
牛乳	50
一般食品	100
乳児用食品	50

# 福島県内農地土壌の状況



● ● ● 農業生産が行われている農地



©農林水産省

# 2013年福島県産米の状況

- \* 30kg入りの紙袋に玄米を入れたもの**1100万袋全て**をベクレルモニターで測定。その結果**99.93%**が放射性セシウムが玄米**1キログラム**当たり**25ベクレル以下**。
- \* 玄米を**精米**して白米にすると放射性セシウムの**濃度は40%**になる。
- \* さらに**白米をといでご飯をたくと**、ご飯の放射性セシウム濃度は玄米の**10%に減少**。
- \* したがって玄米1キログラムに最大25ベクレルの放射性セシウムが含有されていたとしても、**ご飯にすると1キログラム2.5ベクレル**。

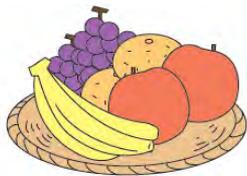


ご飯 1kgに

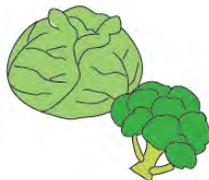


多くても**2.5ベクレル**  
(お茶碗1杯では**0.5ベクレル**)

わたしは



も



も安心して食べています。

## 内部被ばく： 身体の中の放射性セシウムの検査

この隙間に被験者が  
入って検査する



ホール・ボディ・カウンター

福島の方々の身体の中の放射性セシウムの量は、写真の**ホール・ボディ・カウンター**という機械で検査することができます。検査を受けたほとんどの方々が、体全体で**300ベクレル以下**でした。この場合の**1年間の内部被ばく線量は0.01ミリシーベルト以下**です。

**内部被ばくについても1年間の内部被ばく線量を1ミリシーベルト以下にするのが世界的な基準**となっていますので、福島の方々の食物・水の摂取と空気の呼吸による内部被ばく線量は極めて**低く抑えられている**ことが分かっています。

# 除染の原理

@ 環境省資料より作成

## 【除染前】



土や草木や建物に付着している放射性物質

## 【除染後】



ひとまとめにし、遮へいされた放射性物質

環境中にばらまかれ、そこに定着している放射性セシウムをそのままの状態置いておくと、それらからのガンマ線による外部被ばくを受け続けることになる。

「除染」とは環境中の放射性セシウムを

- ① 取り除いて集め、
- ② 飛散・流出しないように密閉し、
- ③ 土などで十分に遮へいし、
- ④ 安全な場所で管理保管すること

により外部被ばくのリスクを低減することである。

## 政府の目標

**1 長期的な目標** \*として追加被ばく線量が年間1ミリシーベルト以下となることを目指します。

\*長期的な目標とは、モニタリング、食品の出荷制限、健康診断などの放射線リスクの適切な管理や生活圏を中心とした除染などの総合的な対策を行うことで長期的に目指すものです。

**2 平成25年8月までに一般公衆の年間追加被ばく線量を平成23年8月と比べ、放射性物質が自然に減っていく量を含めて約50%減少した状態を実現します。 ⇒目標達成**

**3 学校、公園などこどもの生活環境を優先的に除染することによって、平成25年8月までに、子供の年間追加被ばく線量が平成23年8月末と比べて、放射性物質が自然に減っていく量を含めて約60%減少した状態を実現します。 ⇒目標達成**

平成25年秋に行われたフォローアップ調査の結果、除染実施済地区では空間線量が除染前の40%にまで低減していることが確認されました。

## 避難指示の出されている区域 での除染の目標

### 避難指示の出されている区域(旧警戒区域+旧計画的避難区域)での除染の目標

警戒区域(福島第一原発から半径20キロメートルの範囲)及び計画的避難区域(年間被ばく量が20ミリシーベルト(時間当たり線量で3.8マイクロシーベルト)を超えるおそれがある地域)については、以下の考え方で除染を進めます。

- 1 既に年間被ばく量が20ミリシーベルトをクリアしたエリアについては、目標と同じ考え方で除染を進めます。
- 2 年間被ばく量が20ミリシーベルトを超え50ミリシーベルト以下のエリアについては、年間被ばく線量を20ミリシーベルト以下にするように除染を進めます。
- 3 年間被ばく線量が50ミリシーベルトを超え、最低5年間は避難指示が解除されないエリアについては、本格除染の実施に先立って、効果的、効率的な除染方法の開発のための研究開発活動を優先させます。

# 除染の対象となるエリア

©環境省「除染情報サイト」より作成



□ 緑色と灰色のエリア =  
空間線量が毎時0.23マイクロシーベルトを超える地域などを含む「汚染状況重点調査地域」  
緑色+灰色エリア=8県100市町村、約24000km<sup>2</sup>  
→ 各市町村が除染を実施

□ 青色のエリア =  
旧警戒区域(原発20km圏)+旧計画的避難区域  
11市町村、約1150km<sup>2</sup>、避難者数約84000人  
→ 国(環境省)が除染を実施

# 避難指示の出されているエリア(現在は3区域に区分されています)



	面積	該当従前人口
<b>避難指示解除準備区域</b>	<b>509km<sup>2</sup></b> (44%)	<b>34000人</b> (41%)
<b>居住制限区域</b>	<b>303km<sup>2</sup></b> (26%)	<b>24620人</b> (29%)
<b>帰還困難区域</b>	<b>337km<sup>2</sup></b> (29%)	<b>25282人</b> (30%)
<b>合計</b>	<b>1150km<sup>2</sup></b>	<b>83920人</b>

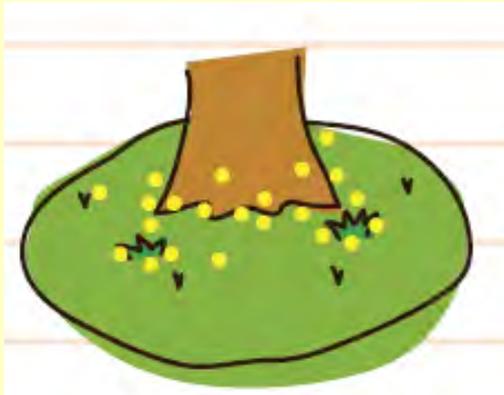
# 放射性セシウムは 雨や雪に洗い流されて移動した(ウエザリング)

**3年前**の原発事故直後には、  
土壌・屋根・舗装面・樹木な  
どの表面に**同じ密度**で放射  
性セシウムが**付着**していた。

**3年の間**に降った雨や雪で  
屋根や舗装面、樹木に付  
着していた放射性セシウ  
ムは**洗い流されて**、雨どい  
や、側溝、木の根元など  
に**集積**した(**ホットスポット**)。



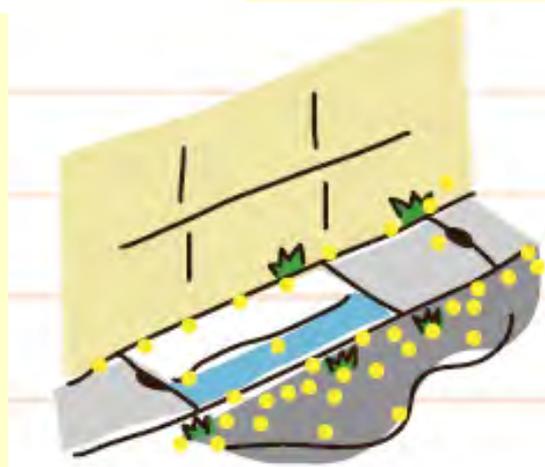
# 放射性物質が集まりやすい場所 (ホットスポット)



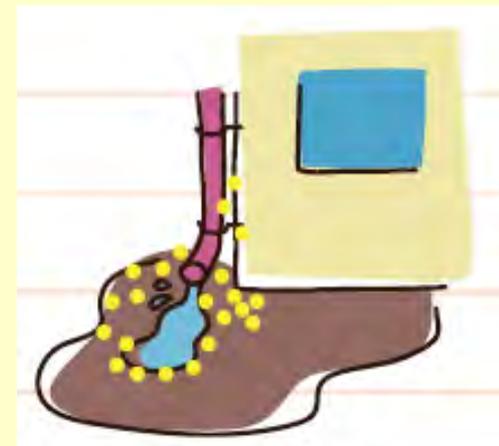
樹木や植え込みの根元



地面や舗装面の  
水溜まりのできる場所



道路脇の側溝の内部



雨樋の内部や吐出部

# 除染の方法

©環境省ほか



雨樋内部の汚泥を  
除去し内部を拭取り



木の根元の落葉や  
腐葉層の除去



道路側溝の汚泥除去と  
内部の高圧洗浄



校庭表土の重機による  
剥取りと地中への  
埋設保管

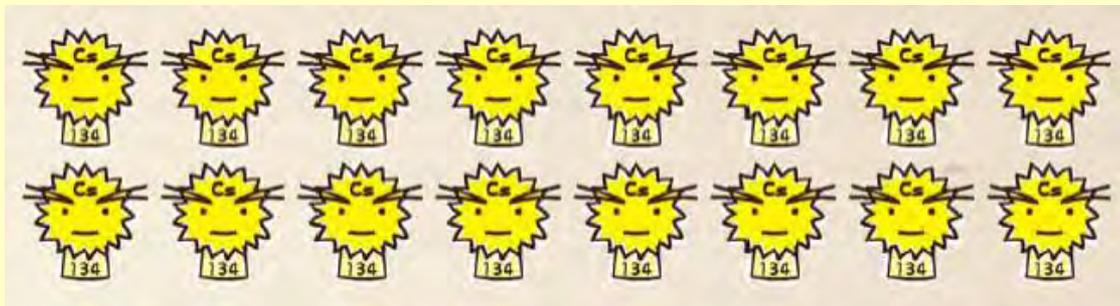


屋根面の錆等のブラシ  
による除去と拭取

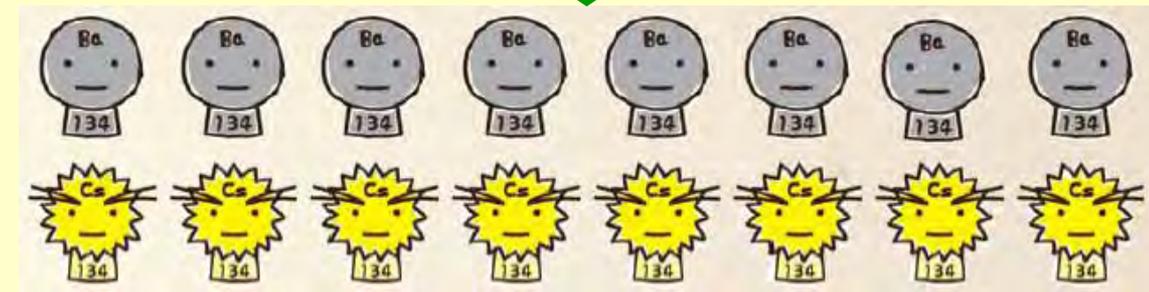


住宅庭表土の手作業による  
1cm単位ずつの除去と  
仮置き場への搬出

# 放射性物質は放射線を出しながら自然に減少していく・空間線量も自然に減衰する



放射能をもつ放射性セシウム

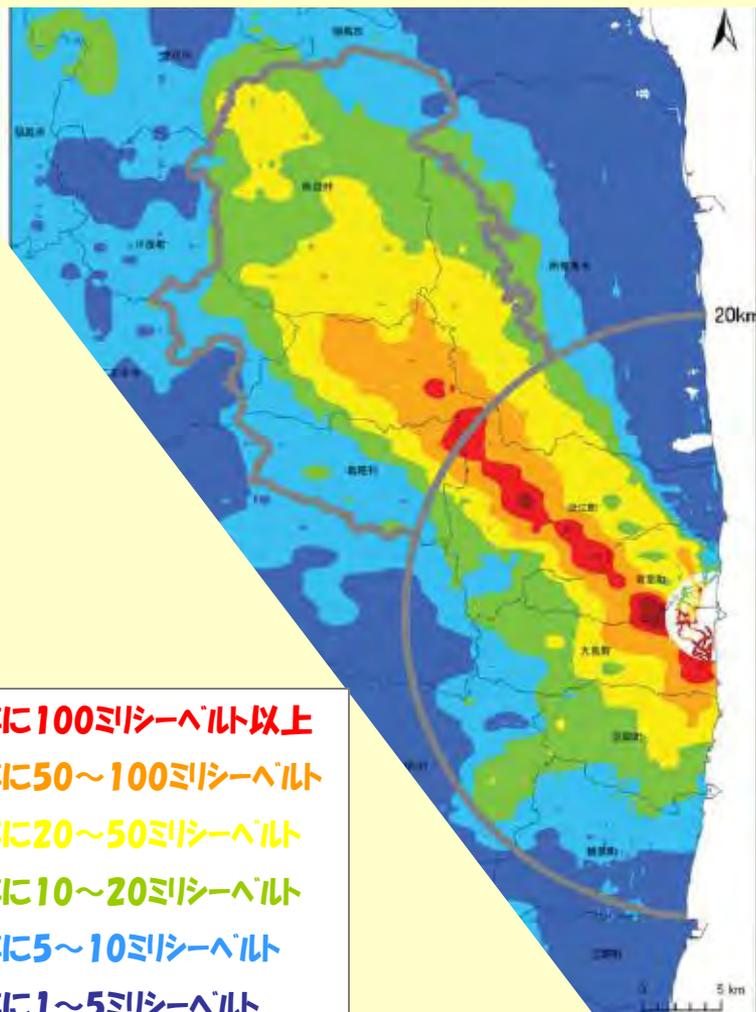


放射能をもたない安定バリウム

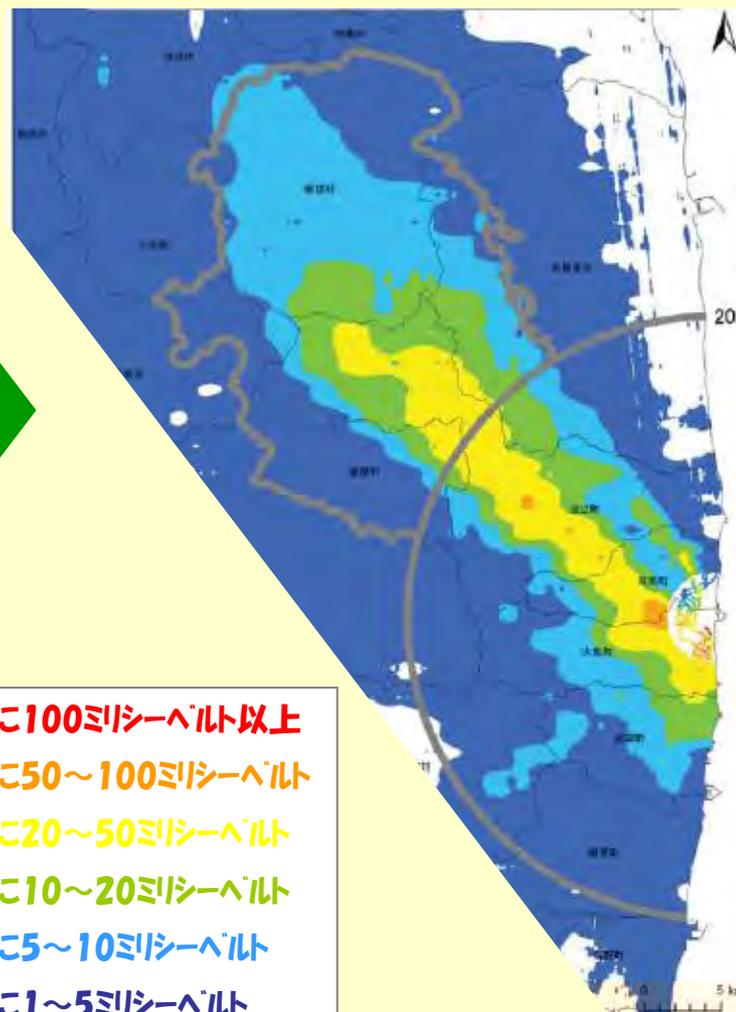
# 空間線量の減衰予測

©環境省

## 2013年3月の放射線の強さ



## 2022年3月の放射線の強さ





ご静聴、感謝いたします！

もしも分からないこと、知りたいことなどありましたら  
電話かメールをお願いいたします♪

除染情報プラザ  
電話番号 024-529-5668  
メールアドレス [josen-plaza@env.go.jp](mailto:josen-plaza@env.go.jp)