



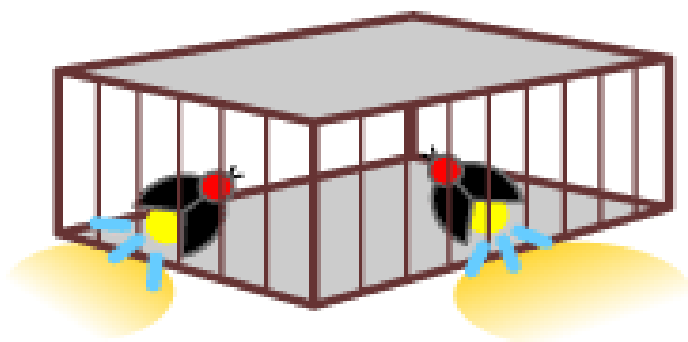
放射能に関する基礎知識

財団法人 日本穀物検定協会

1. 放射線と放射能

- ・「 放射線 」：放出されるエネルギー
- ・「 放射能 」：放射線を出す能力
- ・「放射性物質」：放射線を出す物を言います。

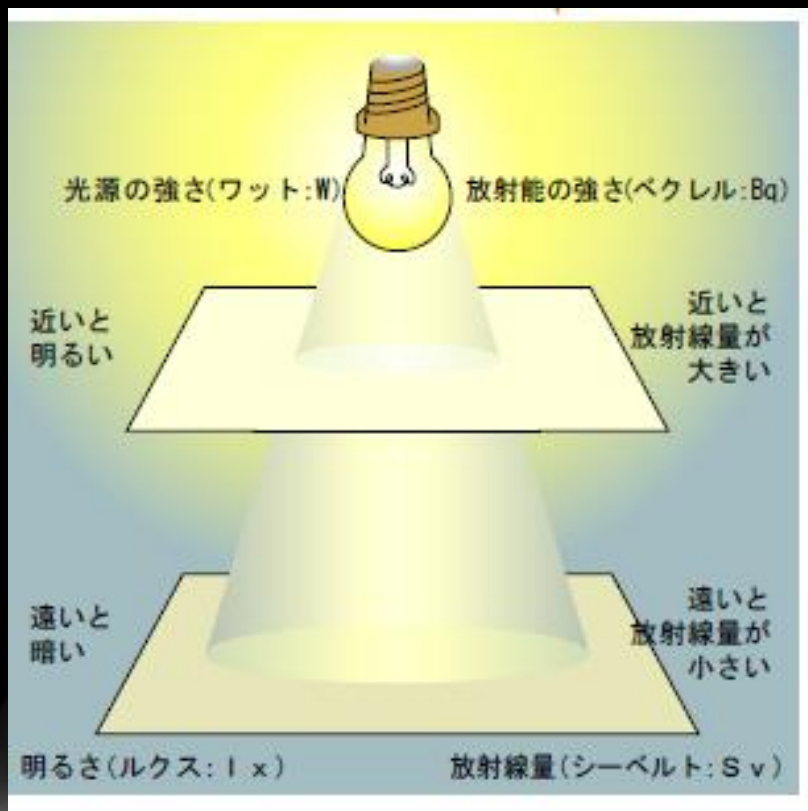
ホタル 放射性物質
ホタルの光 放射線



放射線を光とすると、放射性物質はホタル、
放射能は光を出す能力に例えられます。
また、「放射線漏れ」はホタルの光が虫かごから漏れること、
「放射能漏れ」はホタルが虫かごから逃げ出すことに例えられます。

2. 放射線量について

- ・放射線の強さは放射線量であらわします。
- ・放射線にはいろいろな種類があり、そのエネルギーもいろいろなので、放射線による人体への影響を指標とした、Sv（シーベルト）単位であらわします。
- ・Svという単位は、人工、天然を問わずどんな放射性物質から放出された放射線の影響も同等に比較可能です。
- ・mSv（ミリ・シーベルト、 $1/1,000\text{Sv}$ ）、 μSv （マイクロ・シーベルト、 $1/1,000,000\text{Sv}$ ）の単位を一般的に使用します。



- ☆ 放射能と放射線量との関係を電灯の強さと明るさで、よく説明されます。
- ※ 電灯の強さ(放射能)が同じであっても、明るさ(放射線量)は電灯からの距離によって変わります。

放射線とは、遮蔽物と距離にて大幅に減少するものです。

3. 放射性物質の種類 - ①

代表的な放射性物質	半減期	崩壊方式
トリチウム(水素-3、 ^3H)	12.3年	非常に低いエネルギーのベータ線を放出して、ヘリウム-3(^3He)となる。
炭素-14(^{14}C)	5,730年	低エネルギーのベータ線を放出して、窒素-14(^{14}N)となる。
カリウム-40(^{40}K)	12.8億年	ベータ線を放出してカルシウム-40(^{40}Ca)となる(89.3%)。また、軌道電子を捕獲してアルゴン-40(^{40}Ar)にもなり、この時にガンマ線が放出される(10.7%)
マンガン-54(^{54}Mn)	312日	軌道電子を捕獲して、クロム-54(^{54}Cr)となる。ガンマ線が放出される。
コバルト-60(^{60}Co)	5.27年	ベータ線を放出して、ニッケル-60(^{60}Ni)となる。2本のガンマ線が放出される。
クリプトン-85(^{85}Kr)	10.76年	ベータ線を放出して、ルビジウム-85(^{85}Rb)となる。小さな比率でガンマ線が放出される。
ストロンチウム-90(^{90}Sr)	29.1年	ベータ線を放出してイットリウム-90(^{90}Y 、2.67日)となり、イットリウム-90もベータ崩壊してジルコニウム-90(^{90}Zr)となる。
テクネチウム-99(^{99}Tc)	21.1万 年	ベータ線を放出して、ルテニウム-99(^{99}Ru)となる。
ヨウ素-129(^{129}I)	1,570万年	ベータ線を放出して、キセノン-129(^{129}Xe)となる。低エネルギーのガンマ線が放出される。
ヨウ素-131(^{131}I)	8.04日	ベータ線を放出して、キセノン-131(^{131}Xe)となる。ガンマ線が放出される。
セシウム-134(^{134}Cs)	2.06年	ベータ線を放出してバリウム-134(^{134}Ba)となり(99.9997%)、軌道電子を捕獲してキセノン-134(^{134}Xe)にもなる(0.0003%)。多くのガンマ線が放出される。
セシウム-137(^{137}Cs)	30.1年	ベータ線を放出してバリウム-137(^{137}Ba)となるが、94.4%はバリウム-137m($^{137\text{m}}\text{Ba}$ 、2.6分)を経由する。バリウム-137mからガンマ線が放出される。
鉛-210(^{210}Pb)	22.3年	ベータ線を放出して、ビスマス-210(^{210}Bi 、5.01日)になる。低エネルギーのガンマ線が放出される。ビスマス-210もベータ崩壊してポロニウム-210(^{210}Po)に変わる。ポロニウム-210はアルファ線を放出して鉛-206(^{206}Pb)となる。

放射性物質の種類 - ②

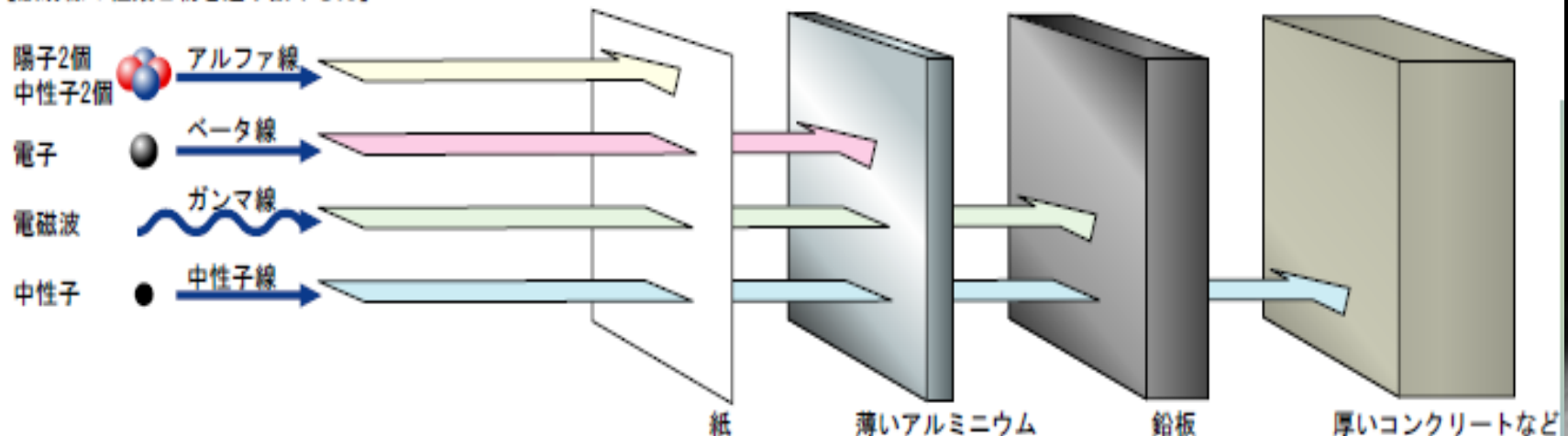
代表的な放射性物質	半減期	崩壊方式
ポロニウム-210 (^{210}Po)	138日	アルファ線を放出して、鉛-206 (^{206}Pb) となる。小さな比率でガンマ線が放出される。
ラドン-222 (^{222}Rn)	3.824日	アルファ線を放出して、ポロニウム-218 (^{218}Po) になり、さらに崩壊が続く。ポロニウム-218 (^{218}Po , 3.05分) → 鉛-214 (^{214}Pb , 26.8分) → ビスマス-214 (^{214}Bi , 19.9分) → ポロニウム-214 (^{214}Po , 0.00016秒) → 鉛-210 (^{210}Pb , 22.3年)。
ラジウム-226 (^{226}Ra)	1,600年	アルファ線を放出してラドン-222 (^{222}Rn , 3.824日) となる。ガンマ線が放出される。
トリウム-232 (^{232}Th)	141億年	アルファ線を放出してラジウム-228 (^{228}Ra , 5.75年) となる。小さな比率でガンマ線が放出される。ラジウム-228は崩壊してトリウム-228 (^{228}Th , 1.91年) となり、トリウム-228の崩壊によって、鉛-212 (^{212}Pb , 10.6時間)、ビスマス-212 (^{212}Bi , 1.01時間) などの短寿命放射能が生じ、最後は鉛-208 (^{208}Pb) になる。
ウラン-235 (^{235}U)	7.04億年	アルファ線を放出して、トリウム-231 (^{231}Th , 1.06日) となる。ガンマ線が放出される。トリウム-231の崩壊でプロトアクチニウム-231 (^{231}Pa , 3.24万年) が生じ、崩壊が続いて最後は鉛-207 (^{207}Pb) となる。
ウラン-238 (^{238}U)	44.8億年	アルファ崩壊して、トリウム-234 (^{234}Th , 24.1日) となる。その崩壊によってプロトアクチニウム-234m ($^{234\text{m}}\text{Pa}$, 1.17分) を経てウラン-234 (^{234}U , 24.5万年) が生じる。
ネプツニウム-237 (^{237}Np)	214万年	アルファ線を放出して、プロトアクチニウム-233 (^{233}Pa , 27.0日) となる。低エネルギーのガンマ線が放出される。プロトアクチニウム-233の崩壊でウラン-233 (^{233}U , 24.5万年) が生じ、崩壊が続いて最後はビスマス-209 (^{209}Bi) となる。
プルトニウム-238 (^{238}Pu)	87.7年	アルファ線を放出して、ウラン-234 (^{234}U , 24.5万年) となる。
プルトニウム-239 (^{239}Pu)	2.41万年	アルファ線を放出して、ウラン-235 (^{235}U , 7.04億年) となる。
アメリシウム-241 (^{241}Am)	433年	アルファ線を放出して、ネプツニウム-237 (^{237}Np , 212万年) となる。ガンマ線が放出される。

4. 放射線の種類と透過力

放射線は、アルファ線（ α ）、ベータ線（ β ）、ガンマ線（ γ ）、中性子線などがあり、それぞれ特徴があります。

<u>アルファ線</u>	： 原子核から放出される陽子2個、中性子2個からなる原子核（ヘリウム原子核）。 ・ 空気中を数cmしか飛ばず、紙でも止められます。
<u>ベータ線</u>	： 原子核から放出される高速の電子。 ・ 物を透過する能力は、アルファ線とガンマ線との間で、アルミニウムなどの薄い金属で止めることができます。
<u>ガンマ線</u>	： 原子核から放出される、エネルギー（電磁波）。 ・ アルファ線やベータ線が原子核から放出された後などに、余ったエネルギーとして放出されます。物を透過する能力は高く、止めるには鉛板、鉄板、厚いコンクリート壁が必要です。
<u>中性子</u>	： 原子核から放出される中性子。 ・ 中性子は電荷を持たないためものを透過しやすく、止めるのに、水、プラスチック、コンクリートなどが有効です。

【放射線の種類と物を通り抜ける力】

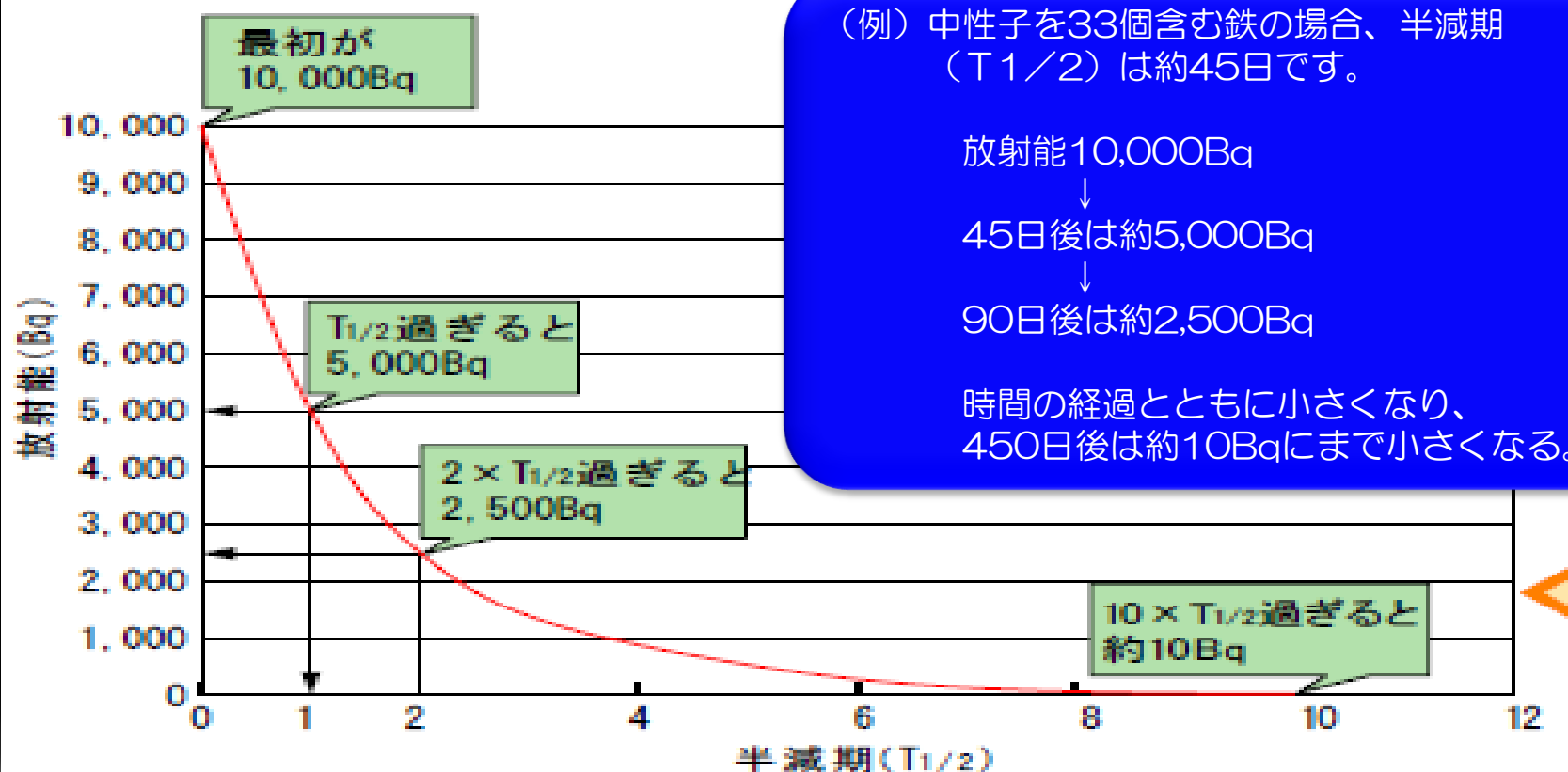


5. 放射能の減少（半減期）

放射能には、時間の経過とともに減っていくという特徴があります。

- 放射能の強さが、もとの半分になるのに必要な時間を半減期と言います。

放射性物質中に含まれる不安定な原子核の数が多いほど放射能は強くなるわけですが、不安定な原子核は、崩壊しながら安定的な原子核に変わっていくので、崩壊して放射線を出すたびに放射能は小さくなっていきます。



6. 放射線と放射能に関する単位

放射線と放射能の単位は、ベクレル、シーベルト等の単位があります。

- ・ 放射能の強さは、ベクレル (Bq)

放射能

単位	定義
ベクレル (Bq)	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。 毎秒1個の崩壊数を1Bqという。

- ・ 放射線の量は、

- (1) 放射線のエネルギーがどれだけ物質に吸収されたか (吸収線量) はグレイ
- (2) 人体への影響はどの程度か (線量当量) はシーベルトが使われています。

放射線の量

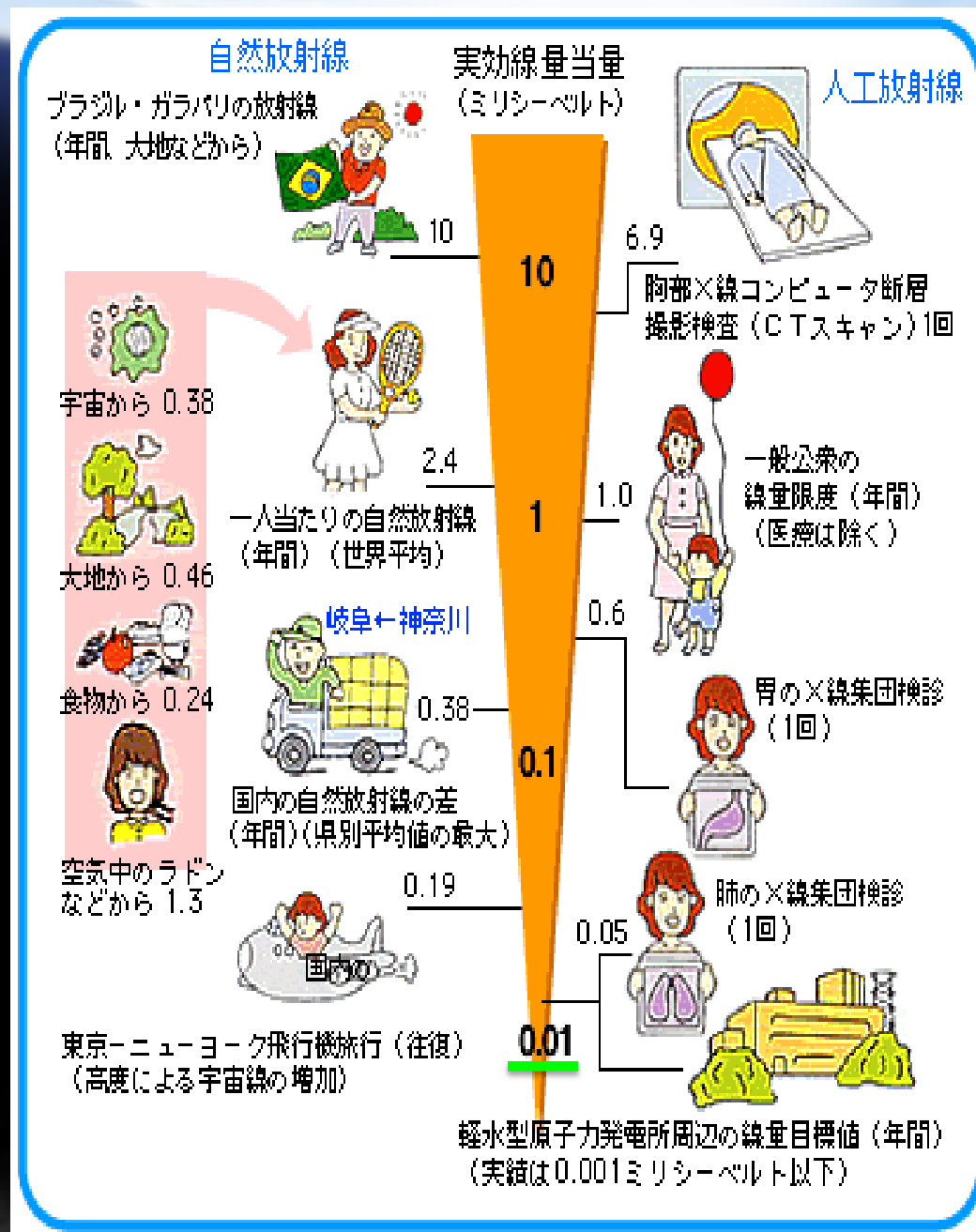
種別	単位	定義
吸収線量	グレイ (Gy)	物質に吸収された放射線のエネルギーを計るための物理量。物質1kgあたり1ジュール (J) のエネルギー吸収があるとき1Gyという。
線量当量	シーベルト (Sv)	放射線が人体の組織に及ぼす効果・影響を定量的に扱うための尺度。グレイに放射線の種類、性質などに関係する修正係数を乗じたもの。

7. 日常生活と放射線

放射線や放射性物質は、日常生活における至る所に様々な形で存在しています。

自然放射線でいえば、空から宇宙線が降り注ぎ、大地やコンクリートからも放射線が出ています。毎日食べている食物の中にも放射性物質は含まれています。

また、健康診断や病気の治療にも人工の放射線が使われています。原子力発電所周辺の線量目標値はこれらと比べると極めて低い値になっていますが、実績で見るとこの目標値を更に下回っています。



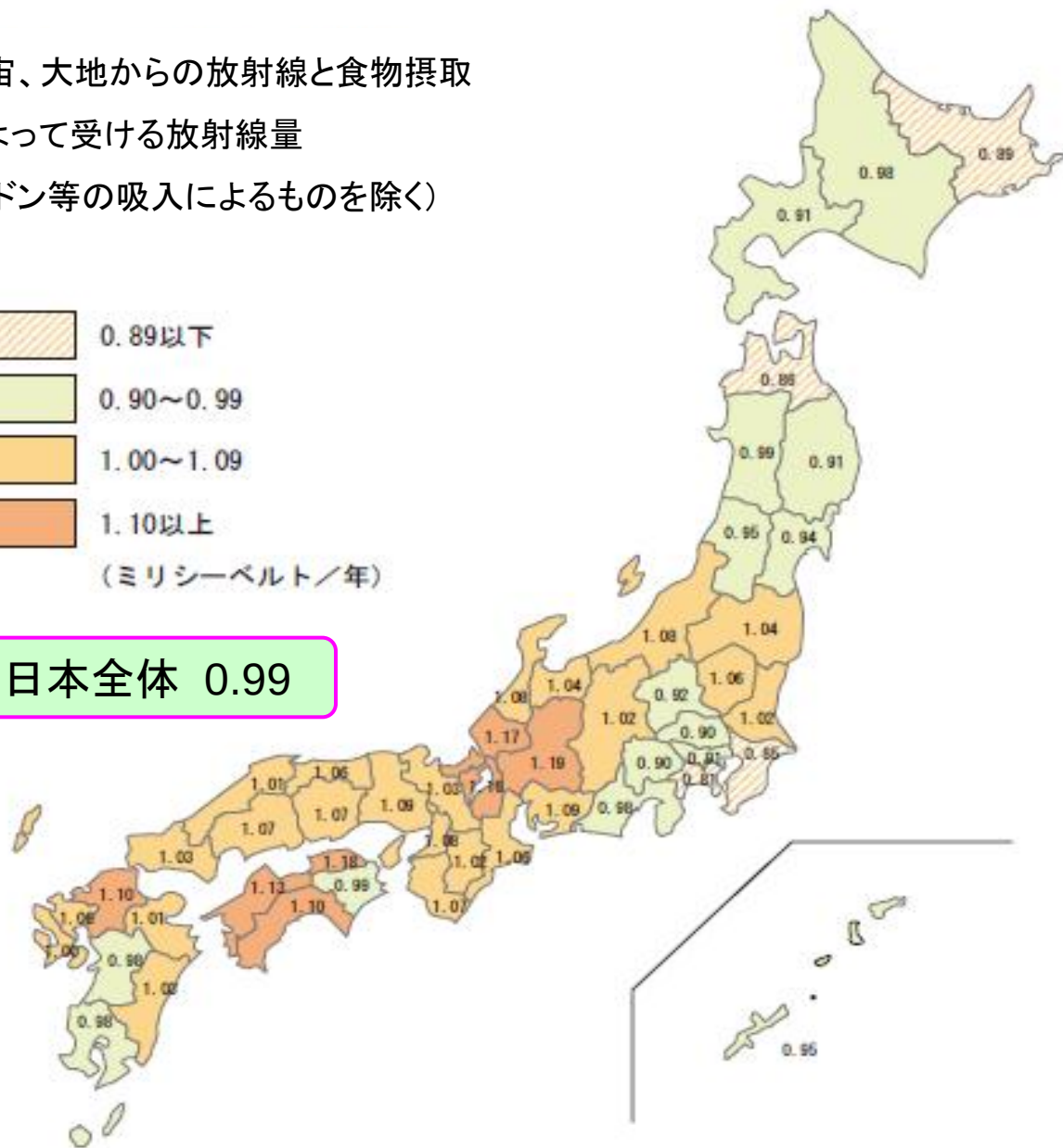
8. 自然放射線量

福島第一原発事故前

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
(ラドン等の吸入によるものを除く)



日本全体 0.99

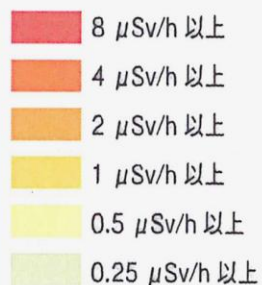


自然放射線の量は地域によって差があります。日本各地の宇宙線と大地からの放射線の量（図参照）関西や中国地方は放射性同位元素を多く含む花崗岩地帯が多いので大地からのガンマ線の量が多く、逆に、関東平野は火山灰地のためガンマ線の量は少なくなっています。大地からのガンマ線が多いところとして、外国ではインドのケララ地方やブラジルの一部があります。この地域では年間数十ミリシーベルト程度と、日本の数十倍もの値があることが報告されています。

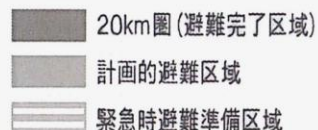
9. 放射線量地図

福島第一原発から漏れた放射能の広がり Radiation contour map of the Fukushima Daiichi accident

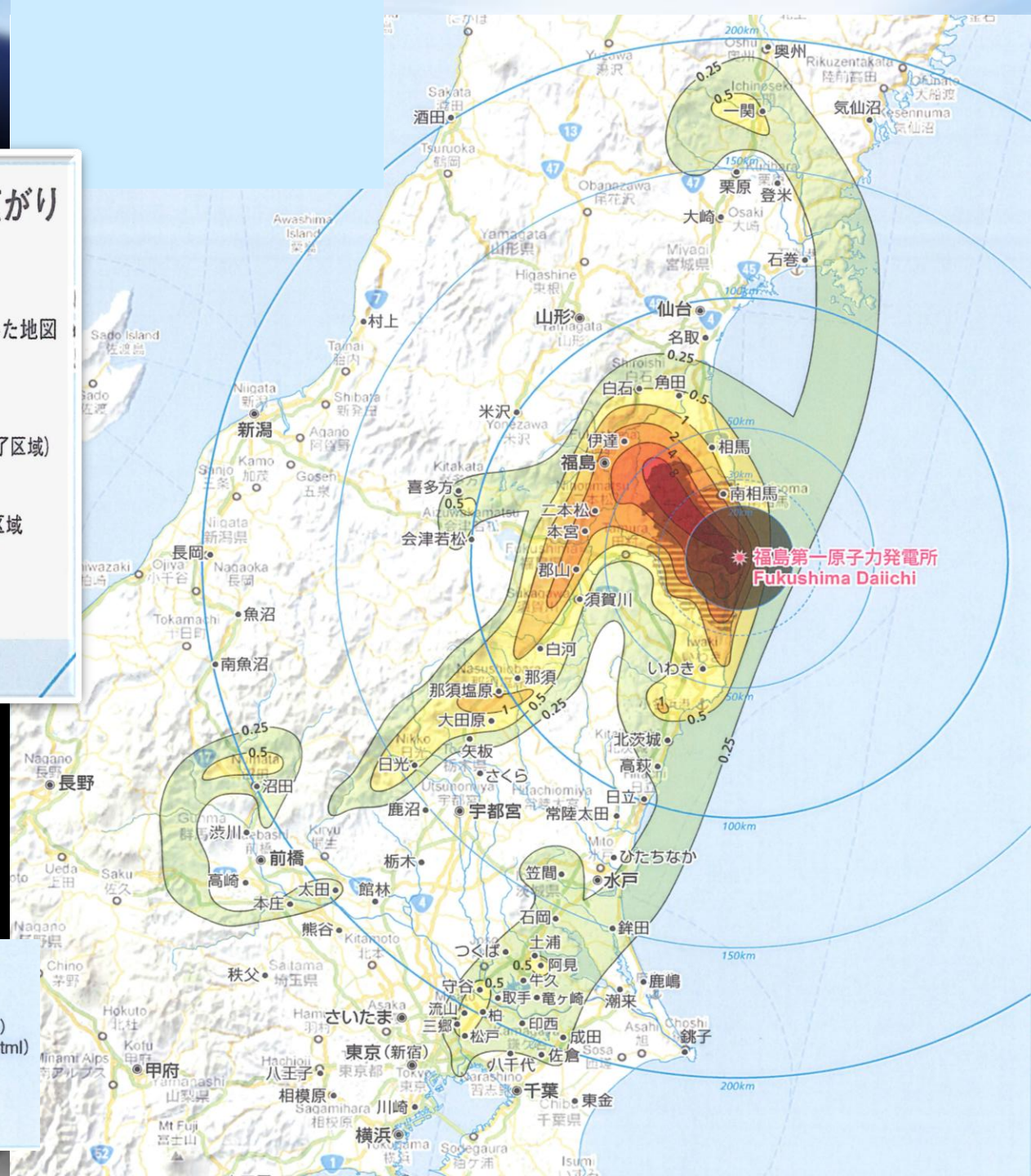
国・自治体の計測値7000余りを@nnistarさんがプロットした地図を見て、この等値線を引いた。



行政による措置



$\mu\text{Sv/h}$ (マイクロシーベルト/時)



出典:

初版4月21日、改訂版6月18日

等値線作成: 早川由紀夫(群馬大学) (kipuka.blog70.fc2.com/)

@nnistarさんの地図 (www.nnistar.com/gmap/fukushima.html)

Contour lines drawn by Yukio Hayakawa (Gunma Univ.),

Source: @nnistar

地図製図: 萩原佐知子

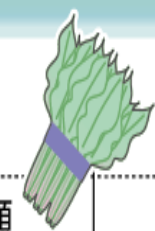
背景地図にはGoogle Maps (maps.google.com) を使用しました。

10. 飲食物に関する暫定規制値 (食品衛生法)

暫定規制値を上回る食品は、食用に供されることがないよう販売その他について措置する。

核 種	食品衛生法（昭和 22 年法律第 233 号）の規定に基づく食品中の放射性物質に関する暫定規制値 (Bq/kg)	
放射性ヨウ素 (混合核種の代表核種： ^{131}I)	飲料水	300
	牛乳・乳製品 注)	
	野菜類 (根菜、芋類を除く。)	2,000
	魚介類	
放射性セシウム (^{134}Cs , ^{137}Cs 放射能濃度の合計)	飲料水	200
	牛乳・乳製品	
	野菜類	500
	穀類	
ウラン	肉・卵・魚・その他	20
	乳幼児用食品	
	飲料水	
	牛乳・乳製品	
	野菜類	100
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)	穀類	
	肉・卵・魚・その他	
	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	10
	穀類	

(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

食品衛生法に基づく暫定規制値 (1キログラム当たり・ベクレル)	
放射性ヨウ素	1キロ当たりの値
- 飲料水 - 牛乳・乳製品 	300 ベクレル 100 (乳児)
- 野菜類 (根菜、芋類を除く) - 魚介類 	2000
放射性セシウム	
- 飲料水 - 牛乳・乳製品 	200
- 野菜類・穀類 - 肉・卵・魚・その他 	500