

2011年11月3日
平成23年度廃棄物資源循環学会研究発表会
埋立処理処分研究部会 企画セッション
(北海道大学 松藤)

放射線の基礎知識

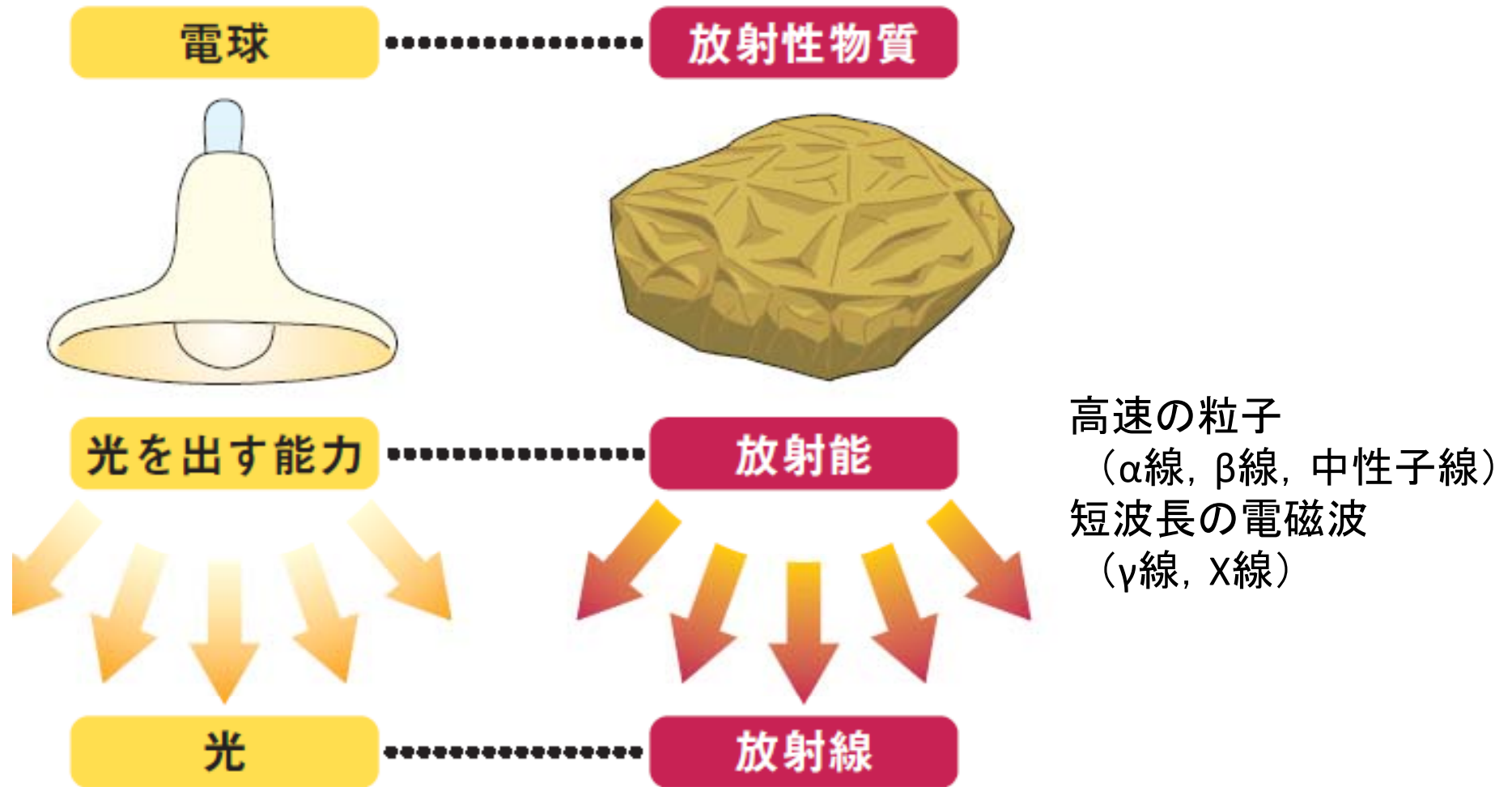
文部科学省
「中学生のための放射線読本」

http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/detail/1311072.htm

北海道大学 原子力系研究グループ
「放射線についてのQ&A」

http://www2.qe.eng.hokudai.ac.jp/nuclear-accident/radio_act/Q-A.html

放射性物質と放射能，放射線



(文部科学省「中学生のための放射線副読本」より)

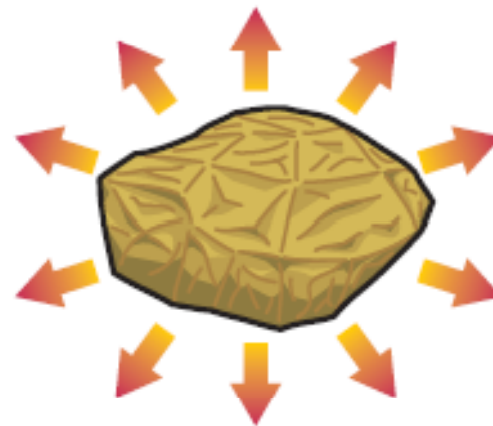
放射線・放射能の単位

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ベクレルとは、1秒間に一つの原子核が壊変(崩壊)[※]することを表します。例えば、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カルシウムに変わります。

※壊変(崩壊)とは
原子核が放射線
を出して別の原
子核になる現
象のことです。



放射性物質

放射線



グレイ(Gy)

放射線のエネルギーが

物質や人体の組織に吸収された量を表す単位

放射線が物質や人体に当たるともっているエネルギーを物質に与えます。1グレイとは、1キログラム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。

※ジュール:エネルギーの大きさを表す単位

シーベルト(Sv)

人体が受けた放射線による

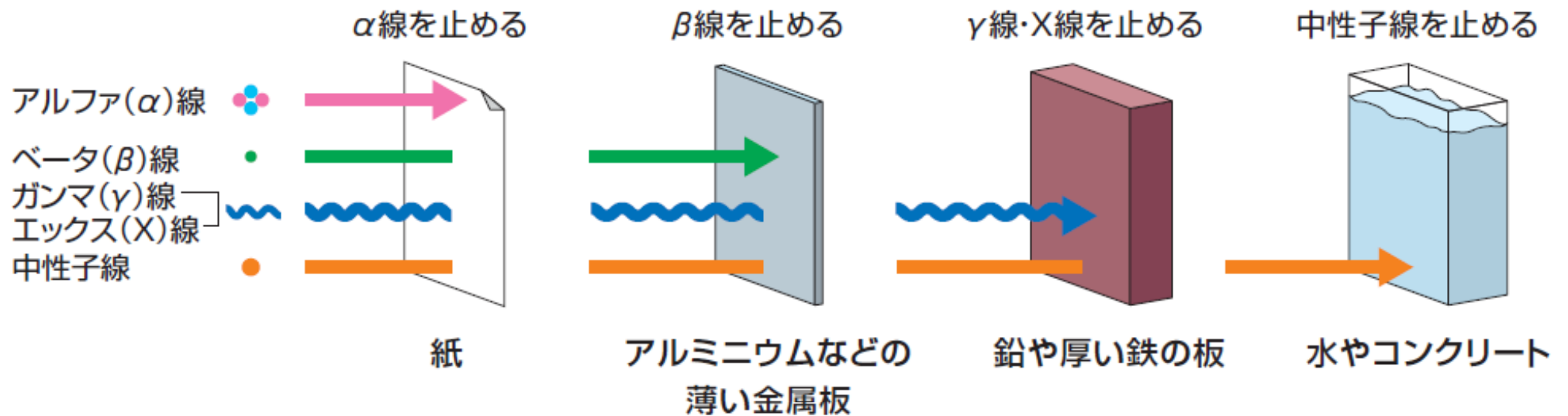
影響の度合いを表す単位

放射線を安全に管理するための指標として用いられます。

放射能の半減期

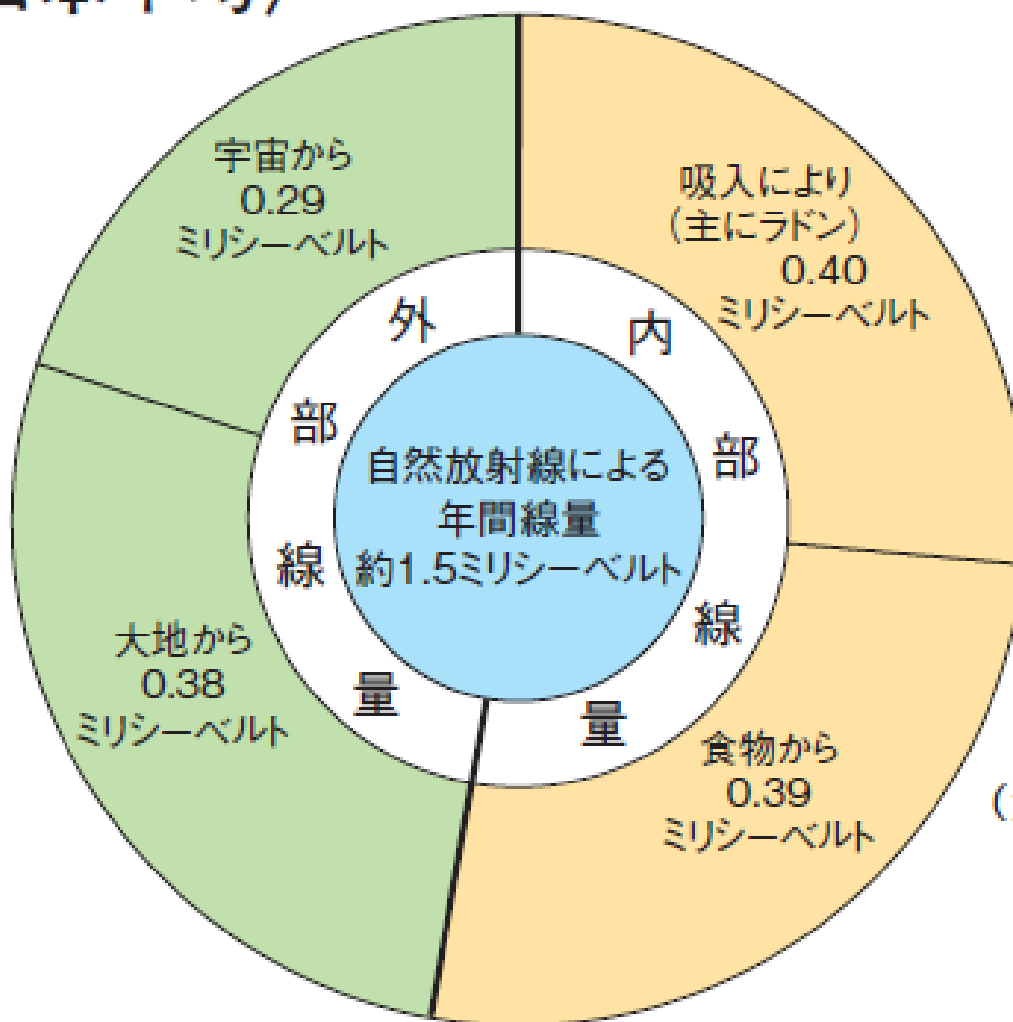
放射性物質	放出される放射線※	半減期
トリウム232	α 、 β 、 γ	141億年
ウラン238	α 、 β 、 γ	45億年
カリウム40	β 、 γ	13億年
炭素14	β	5730年
セシウム137	β 、 γ	30年
ストロンチウム90	β	28.7年
コバルト60	β 、 γ	5.3年
セシウム134	β 、 γ	2.1年
ヨウ素131	β 、 γ	8日
ラドン220	α 、 γ	55.6秒

放射線の透過力



自然界から受ける放射線量

〈日本平均〉



一人当たり年間線量
1.5ミリシーベルト
(世界平均は2.4mSv)

(注) 2005年に日本分析センターから、自然界から受ける年間の放射線量2.2ミリシーベルトという数値が公表されています。

体内・食物中の自然放射性物質

●体内の放射性物質の量

カリウム40	4000ベクレル
炭素14	2500ベクレル
ルビジウム87	500ベクレル
鉛210・ポロニウム210	20ベクレル

(体重60kgの日本人の場合)

●食物(1kg)中のカリウム40の放射性物質の量(日本) (単位:ベクレル/kg)



干し昆布 2000



干しいたけ 700



ポテトチップ 400



生わかめ 200



ほうれん草 200



魚 100



牛肉 100



牛乳 50



食パン 30



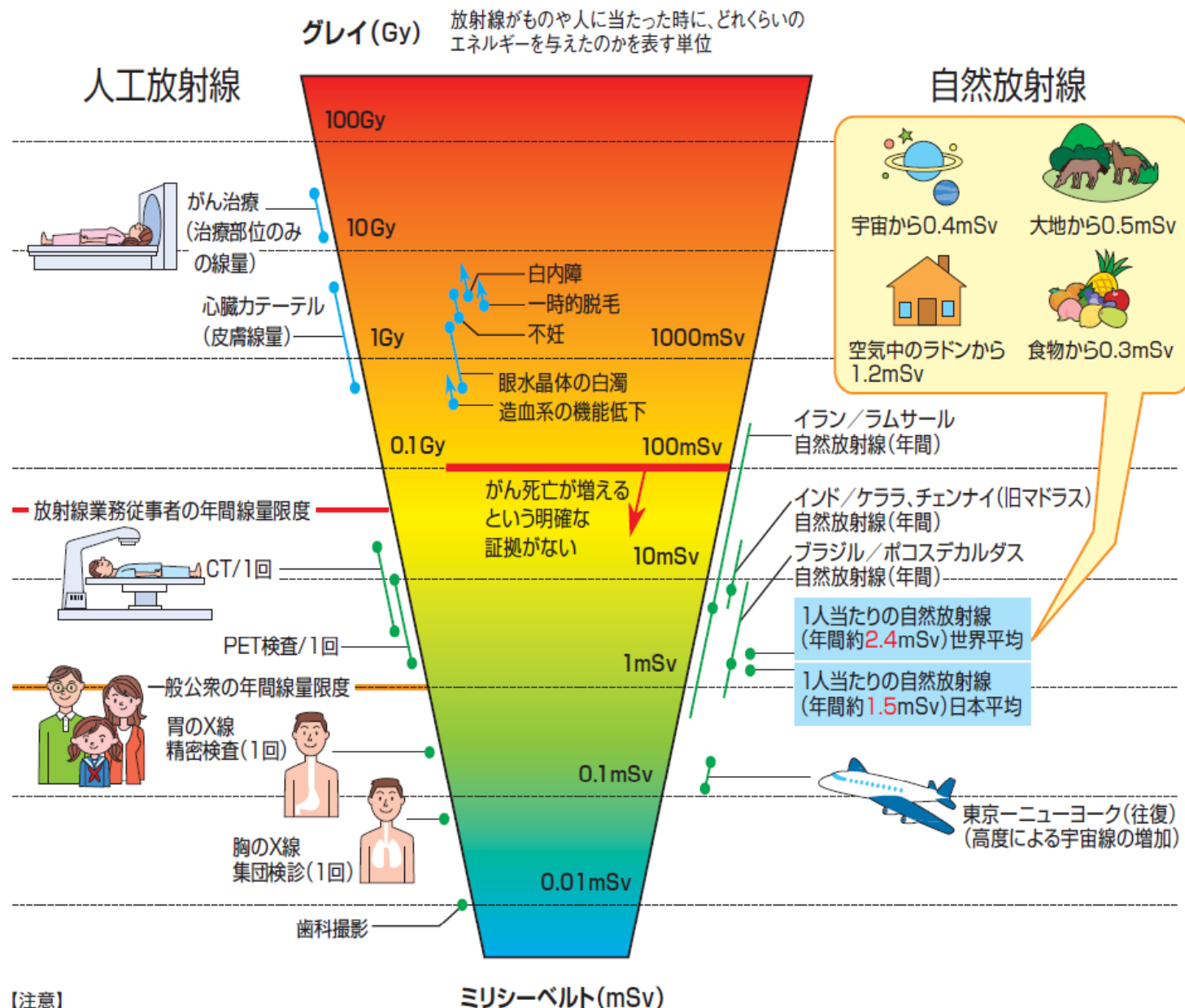
米 30



ビール 10

出典:(財)原子力安全研究協会「生活環境放射線データに関する研究」(1983年)より作成

身の回りの放射線被ばく



【注意】

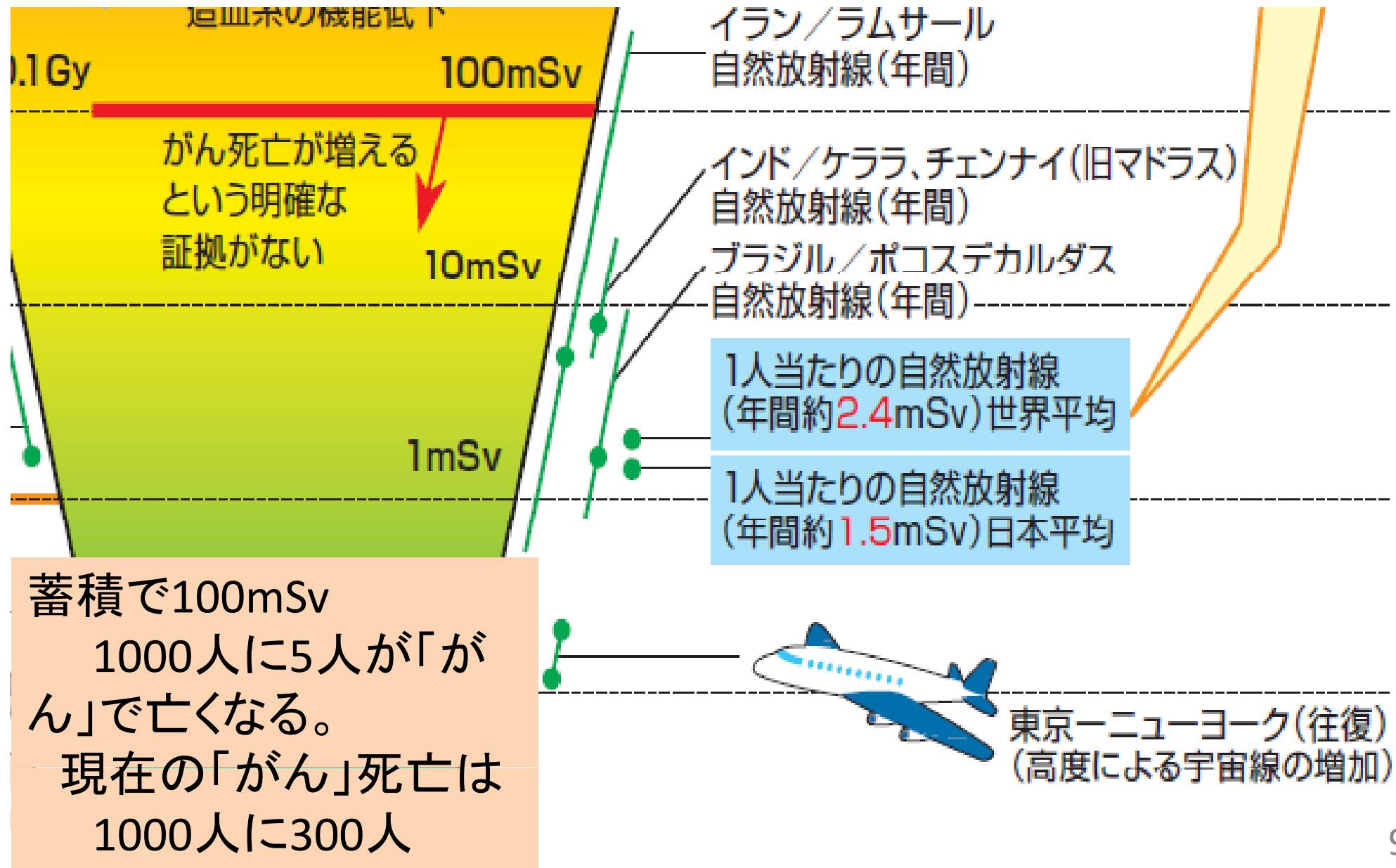
1) 数値は有効数字などを考慮した概数。

2) 目盛(点線)は対数表示になっている。

目盛が1と10の間は10倍となる

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

短い期間の暴露の影響



ベクレル(Bq)、シーベルト(Sv)とは？

ベクレル＝放射線を出す能力の指標

- 放射線は不安定な原子核が壊れるときに放出される。
- ベクレル(Bq)＝1秒間あたりに何個の原子核が壊れるかを示す。
- 汚染の程度を示す。
- 健康影響は、放射線の種類、エネルギーによって違う。

シーベルト＝放射線によって与えられる人体への影響の指標
ある場所の放射線の量と、種類、エネルギーを考慮

1) 許容放射線レベル(年間)

一般の人1mSv (自然および飲食から 2.4 mSv)

原子炉等の従事者(緊急時) 100mSv

2) 線量率(1時間当たり)

基準値とはなんですか？

- 農作物等における基準値＝「このレベルの放射線濃度の食品であれば摂取しても放射線による被害を受けない」という意味
- 我が国では国際放射線防護委員会の勧告より、さらに厳しくしている
- 基準を超えた場合に出荷制限、摂取制限される。
- 食品衛生法の暫定基準は、年単位で継続して放射能を含んだ食品を食べた場合でも、一般の人が健康被害を受けないように決められた厳しい基準

放射線障害（放射性ヨウ素）

- ◆チェルノブイリ原発事故で、一般人に対する直接的な影響が見られたのは**子どもの甲状腺ガン**のみ
- ◆ヨウ素131が体内に取り込まれると、20～30%が甲状腺に集積し、 β 線放出により局所的に高い被ばくを受ける。
- ◆10歳未満の子どもの甲状腺ガン発症率は100万人に1人程度、チェルノブイリ周辺30～300 km圏内では1万人に1人程度。
- ◆大量の放射性ヨウ素で汚染された牛乳を子どもが摂取し、最大 3000 mSvの被ばくがあった。
- ◆3月25日現在、福島県内(川俣町、いわき市等)で行われた子どもの甲状腺に対するヨウ素131の検査結果は、原子力安全委員会が定めた $2\mu\text{Sv/h}$ を全員が大きく下回っていた。
- ◆福島原発では放射性ヨウ素の放出量も少なく、基準値(厳しい)をわずかも超えた牛乳を出荷停止した。
- ◆半減期が8日と短く、3カ月弱で1/1000まで減少する。

放射線障害（セシウム137）

- ◆チェルノブイリ原発事故では莫大な量が放出された。
- ◆半減期が30年と長いですが、体内での代謝のスピードが速く、**体内での実効半減期は110日**。
- ◆集積を起こす器官は無く、筋肉に広く分布する。
- ◆セシウム137による発ガン率の増加は、観測されていない。
- ◆チェルノブイリ原発事故による放射線被害は、他の要因の影響が大きいため、**疫学調査でも有意な差が表れない**。
- ◆無用な被ばくを避けるため土壌汚染や食物連鎖による濃縮などに注意し、対策を考える必要はあるが、**セシウム137の放出量の少ない福島原発事故で発ガン率上昇はないだろう**。

“ただちに”影響はない、の意味は？

このままの線量レベルであれば、普通の生活をしていて全く問題ない

■放射線による影響

- ✓ ①「確定的影響(やけどなど)」「影響は無い」と言い切れる。
- ✓ ②「確率的影響(発ガンなど)」放射線を被ばくすると発ガンの確率が上がると考える。単純に無いとは言い切れないので「**ただちに**」という枕詞をつけている。

■②については、100mSv被ばくすると致死ガン発生確率は0.5%上昇。

■今回は、室内退避や退避の基準、ヨウ素剤の配布などを考えると、一般の方で100mSv近くまで実際に被ばくする人はほとんどいない。

■日本人の50%がガンにかかる状況を考えると喫煙、食生活といった他の要因が大きく、放射線による影響が表れることは無いだろう。

(補足1)放射線の単位

1)ラジウムの放射能

1gのラジウムの放射能=1キュリー

単位時間に放射するアルファ粒子の数 = 3.7×10^{10}

2)放出される放射線はアルファ粒子だけでない

1秒あたり 3.7×10^{10} の改変 = 1キュリーとした

3)SI単位

放射能を1秒間に原子核が何個壊変するかで測る

毎秒1個崩壊するときの放射能 = 1ベクレル (Bq)

1キュリーは 3.7×10^{10} ベクレル = 37ギガベクレル (GBq)

成人男性は、体内に数千ベクレルの放射能を持っている。

(カリウムは筋肉の量に比例している)

ベクレルの単位は、日常感覚に較べて小さすぎる。

(補足2) 吸収線量

1) 放射性元素の崩壊によりエネルギーが発生

(例えば, X線治療は照射エネルギーを変化させる)

放射線量はエネルギーで表わす

しかし, 照射物体により吸収エネルギー量が異なる

2) 吸収線量 (dose)

= 吸収された放射線のエネルギー

物質 1kg あたり 1 ジュール のとき 1 **グレイ** (Gy)

しかし, 生物学的効果は放射線の種類により異なる。

3) 実効線量

組織によっても異なる

実効線量 = 「吸収線量 × 生物学的効果 × 組織荷重係数」を

全身にわたって合計

単位を **シーベルト** とした。

(注: シーベルトは実効線量以外の単位として使われている。

実効線量はシーベルトで表わすが, シーベルト = 実効線量ではない) 16