

奈良県平成23年度リスクコミュニケーション

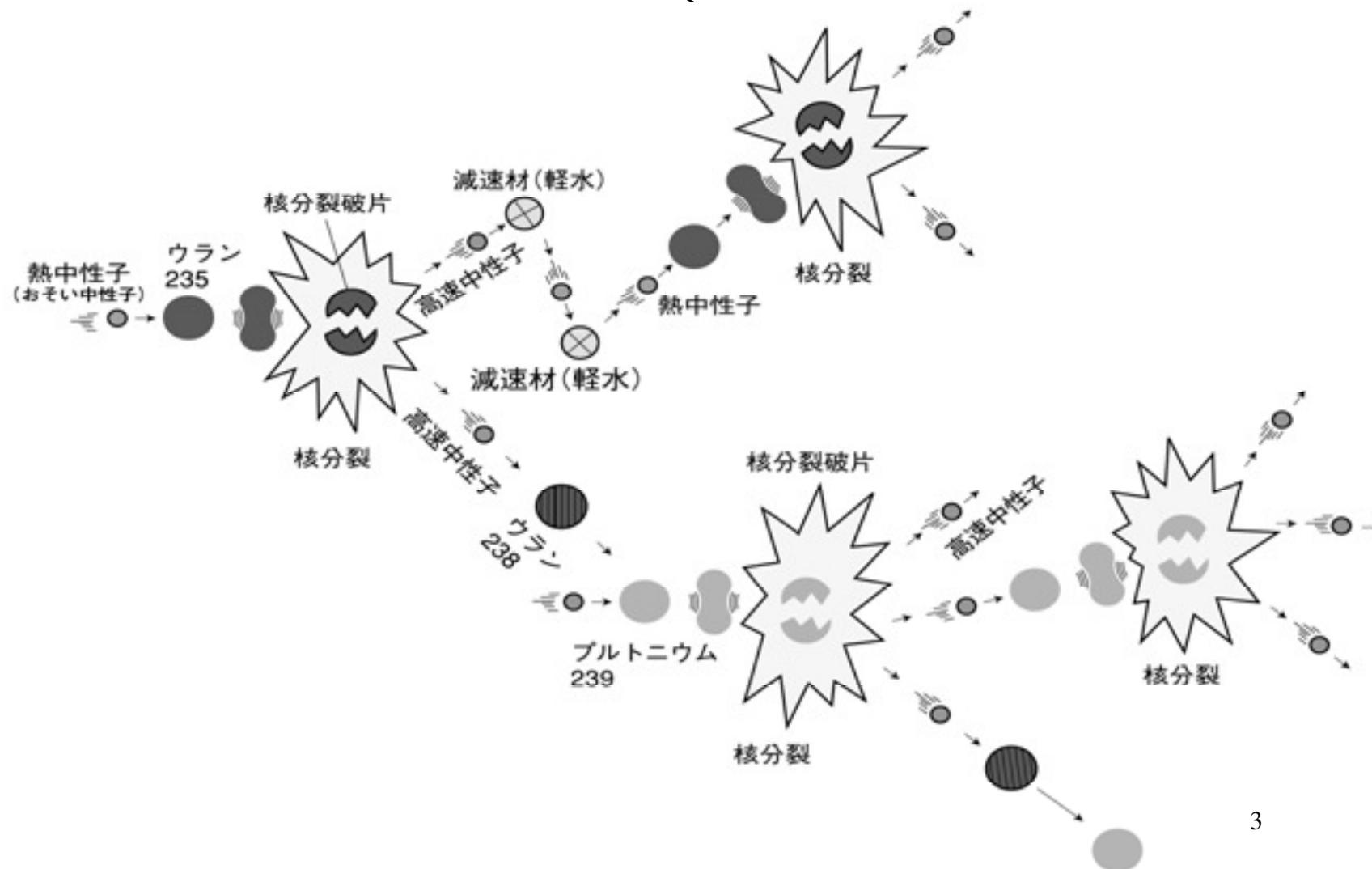
# 放射線と健康への影響

近畿大学原子力研究所  
所長 伊藤 哲夫

# 原子力発電採用の要因

1. 化石燃料の枯渇への懸念
2. 化石資源価格の不安定
3. エネルギー安定供給への危機感
4. 二酸化炭素による地球温暖化
5. 日本のエネルギー自給率4%
6. 豊かな生活と経済安定への期待

# ウランの核分裂とプルトニウムの生成・核分裂



# 原子力発電所の現状

2010年末現在

運転中 431基

## 国別運転中順位

1. アメリカ	104基
2. フランス	59基
3. 日本	54基
4. ロシア	31基
5. 韓国	20基

## アジア地区の現状

韓国	20基
インド	18基
中国	11基
台湾	6基

福島第一原子力発電所で何が起きたか

# 福島第一原発で何が起きたか

3/11 14時46分

M9.0の地震発生さらに大津波発生

福島第一発電所 原子炉停止

同時に全電源喪失

1号から6号の原子炉附属設備大破損

3/12-15

原子炉及び使用済燃料プール冷却不能

燃料棒一部破損

原子炉建屋の水素爆発

圧力上昇→ベント(圧力を下げるための空気抜き)

FP(核分裂生成物)の放出(数十万 TBq)

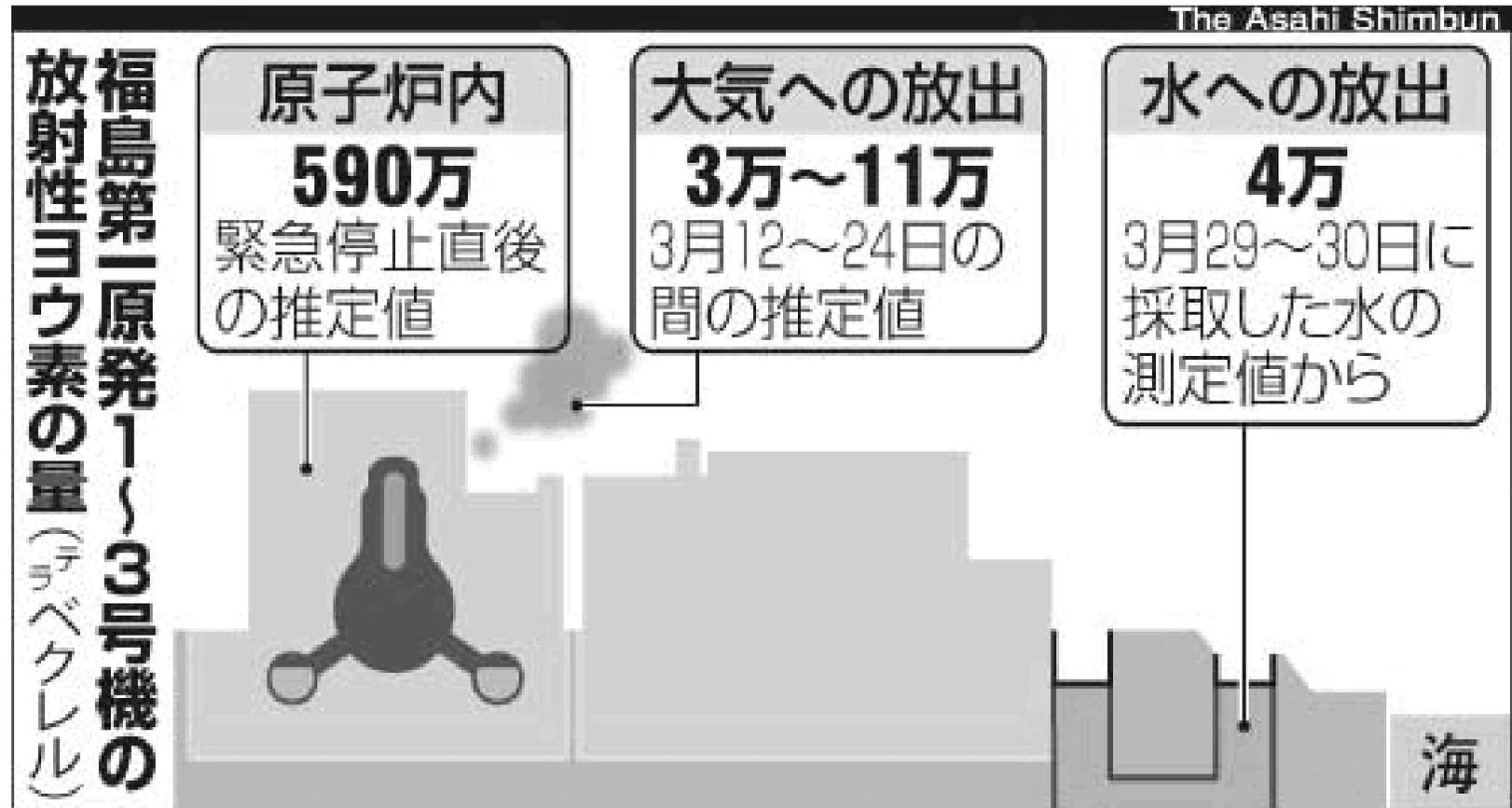
(約1000万 Ci)

3/16～

その後は微量放出

発電所は現在比較的安定、しかし安定的燃料冷却に至らず

# 事故で放出された放射性ヨウ素量

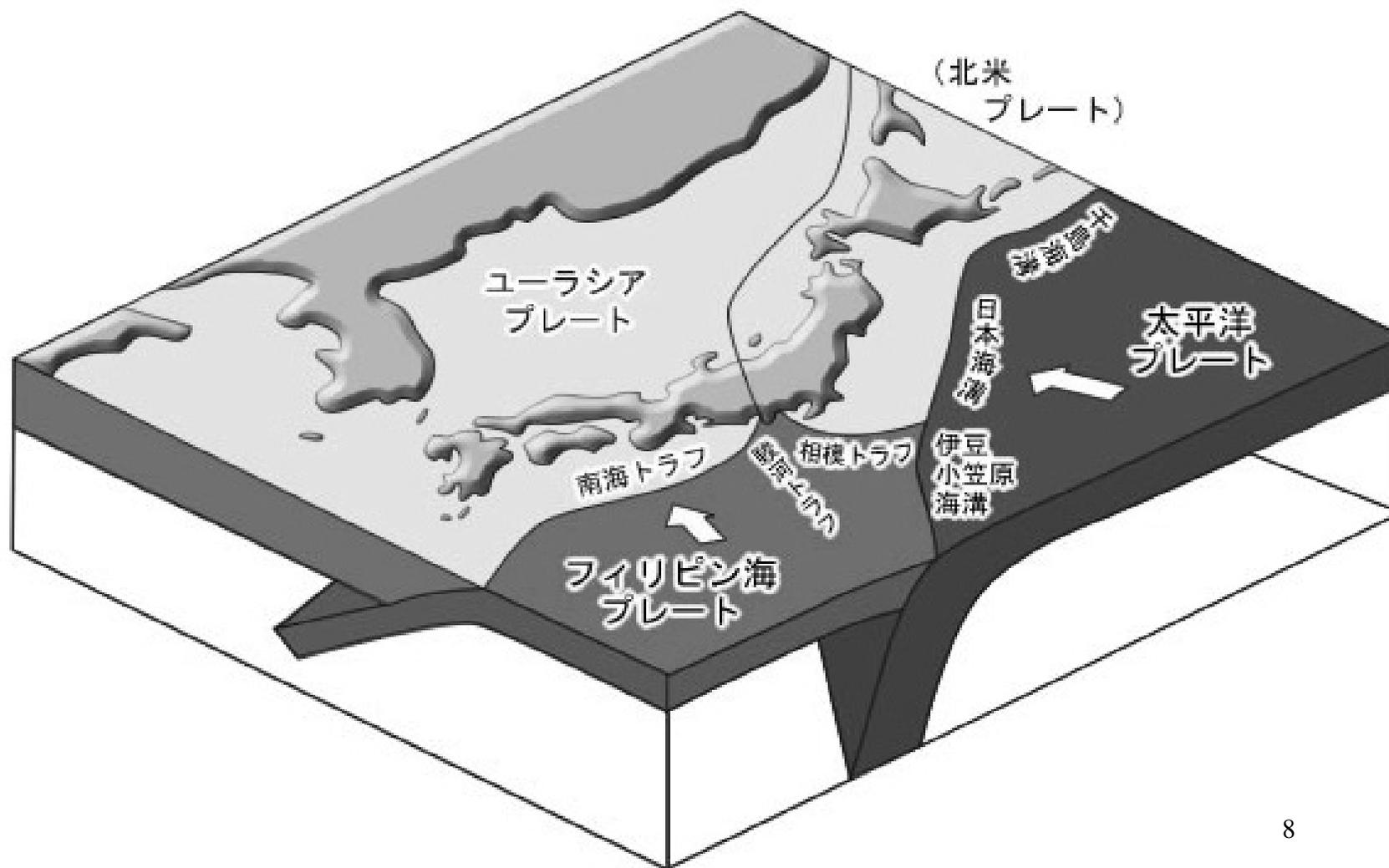


テラベクレル = TBq =  $10^{12}$  = 兆

I-131 10万TBq = 約20g

Cs-137 1万TBq = 約 3kg

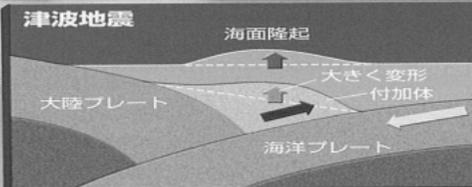
# 3月11日福島第一原発を襲った大地震



# 巨大津波の発生メカニズム

## ■ 巨大津波の発生メカニズム (1~5)

プレート境界地震で発生した津波が、陸地の堤防に襲いかかるようすをえがいた。プレートがずれると(1)、海底が隆起したり沈降したりする(2)。それに応じて海水が隆起したり沈降したりする(3)。隆起した海水は重力によってくずれる(4)。くずれた海水は津波となって陸に向かい、水深が浅くなるにしたがって高さを増す(5)。ただし見渡す限りの水面の高さが上がるため、津波の存在に気づかないことも多い。津波は波長が非常に長い(波長)ため、ひとたび襲来すると、長いときでは1時間ほど海水が猛烈な勢いで陸地に流れこみつづけて、街をのみこむ。

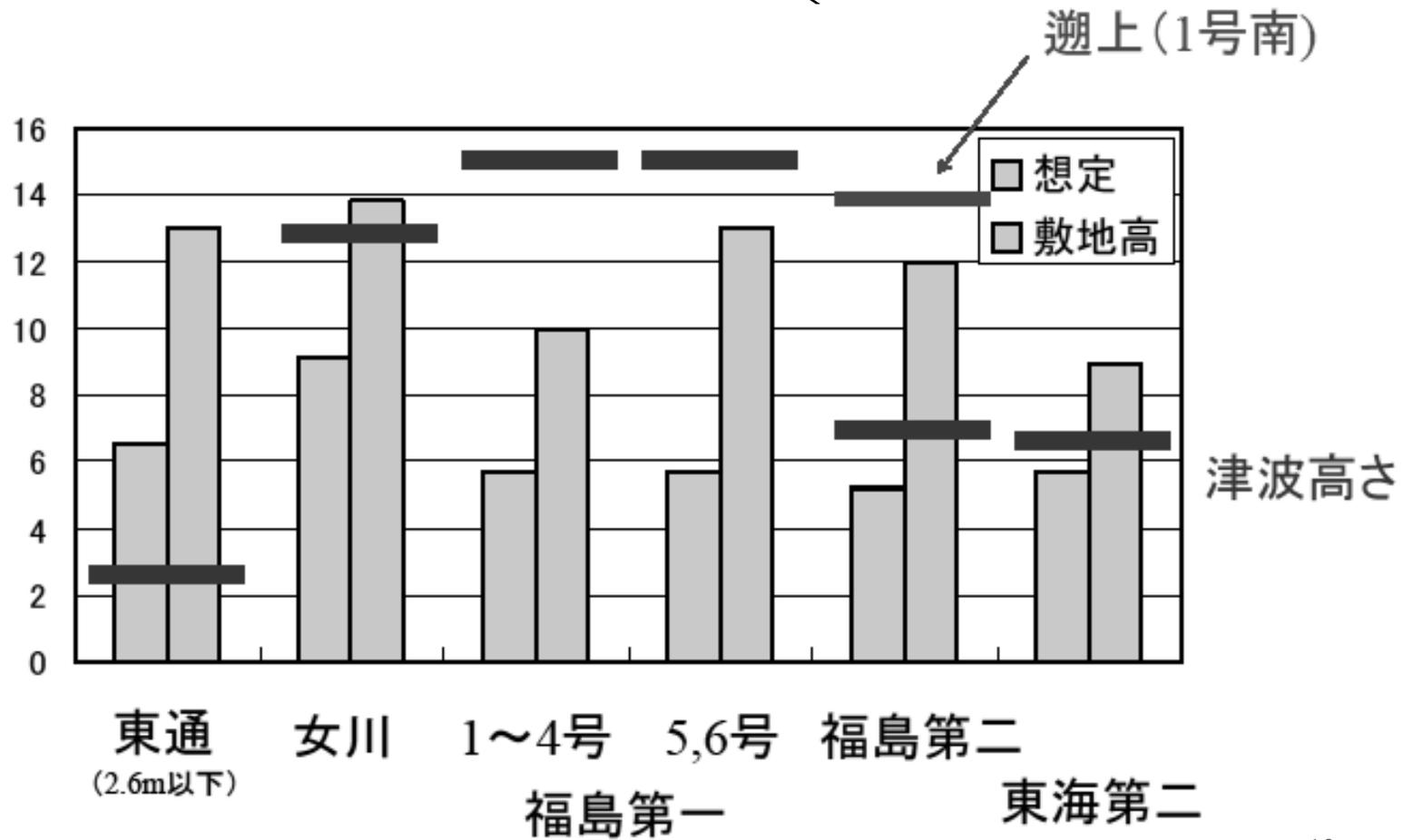


**ゆれが小さくても、大きな津波がやってくることもある**

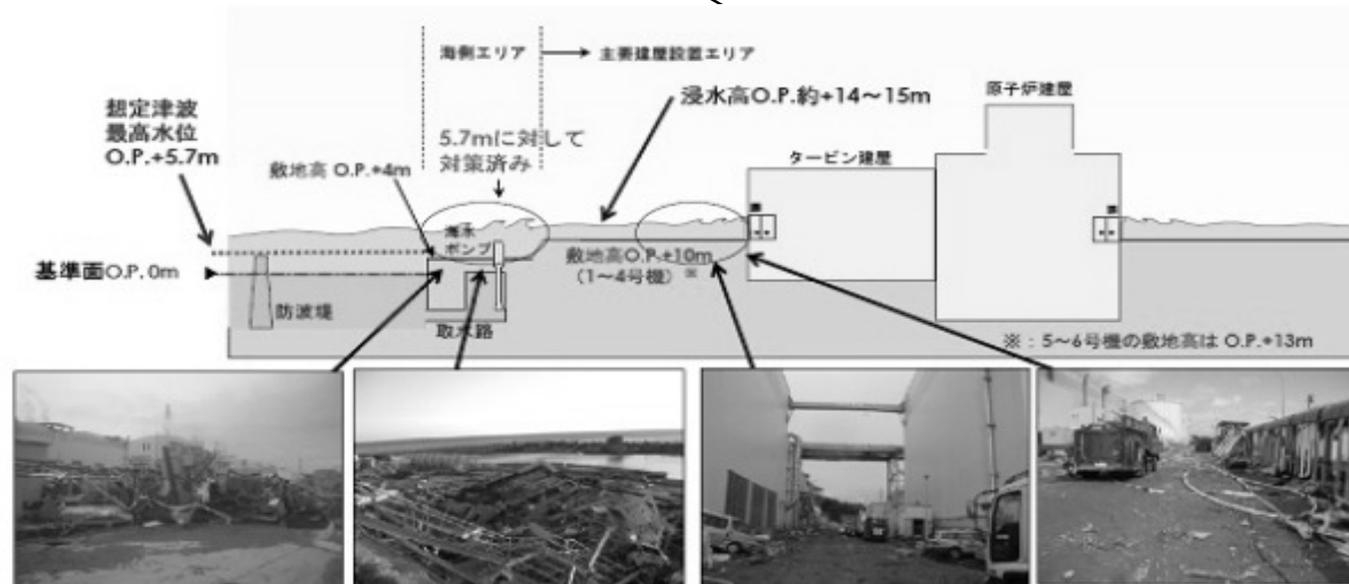
プレートの境界には、比較的やわらかくて変形しやすい堆積物(付加体)がたまっている。プレートがゆっくりずれた場合、地震によるゆれは小さいものの、付加体が大きく変形するため大きな津波が生じることがある。このような地震を「津波地震」とよぶ。津波の避難勧告が出された場合は、津波地震の可能性があるため、ゆれが小さいからといって油断することなく確実に避難することが大事である。



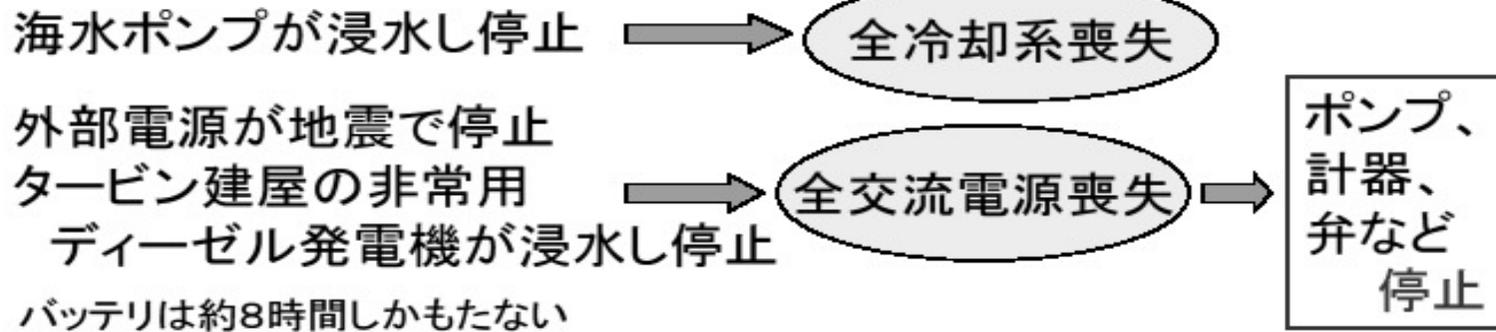
# 津波のまとめ



# 福島第一発電所の津波



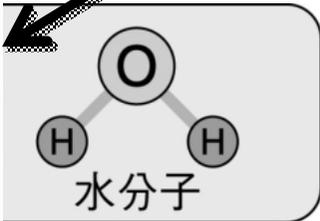
<http://www.meti.go.jp/press/2011/04/20110413006/20110413006.pdf>



# 水素爆発はなぜ起こったのか

燃料棒

燃料棒の鞘管(被覆管)は、  
特殊な金属「ジルコニウム」が  
使われている。



+ Zr

化学  
反応

燃料棒が露出して高温になると、  
ジルコニウムと水が化学反応  
↓(水分子が分解)  
水素ガス(H<sub>2</sub>)発生



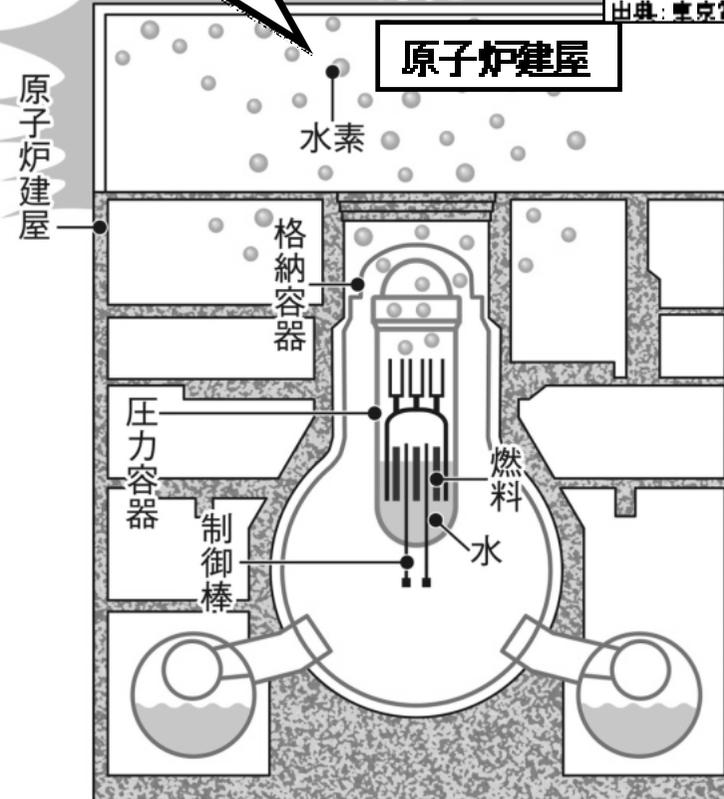
+ ZrO<sub>2</sub>

水素ガスが漏れ出し、  
原子炉建屋内に充満  
→限界濃度(約4%)を  
超えて、爆発

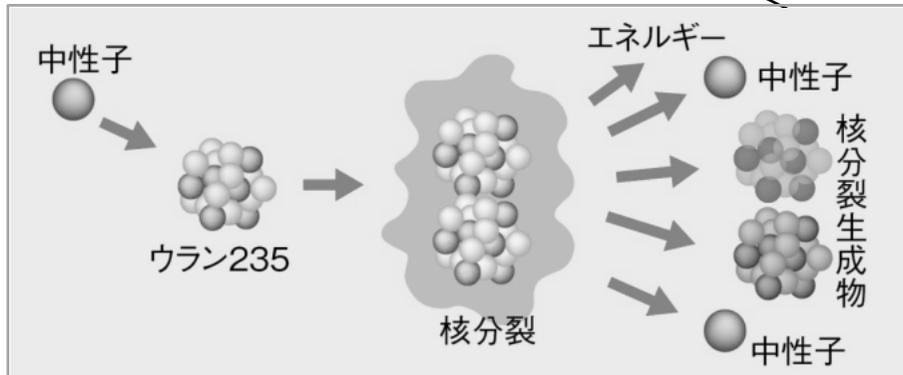


爆発

出典:東京電力HPより



# 「放射性物質」の放出



- 1 水素
- 2 ヘリウム
- 3 リチウム
- ：
- 6 炭素
- 13 アルミニウム
- 26 鉄
- ：
- 92 ウラン

36 クリプトン

56 バリウム

37 ルビジウム

55 セシウム

38 ストロンチウム

54 キセノン

39 イットリウム

53 ヨウ素

気体として放出  
クリプトン  
キセノン

不活性ガス:化合物  
を作らず、人体にも  
あまり取り込まれな  
い。遠方へ拡散。

揮発性が高い  
ヨウ素  
セシウム化合物

燃料被覆管が損傷  
したり、溶融したり  
すると、外部へ放出  
される。

水に溶解やすい  
ヨウ素化合物  
セシウム化合物

水蒸気とともに大気  
中へ放出される。あ  
るいは、水に溶けて  
運ばれる。

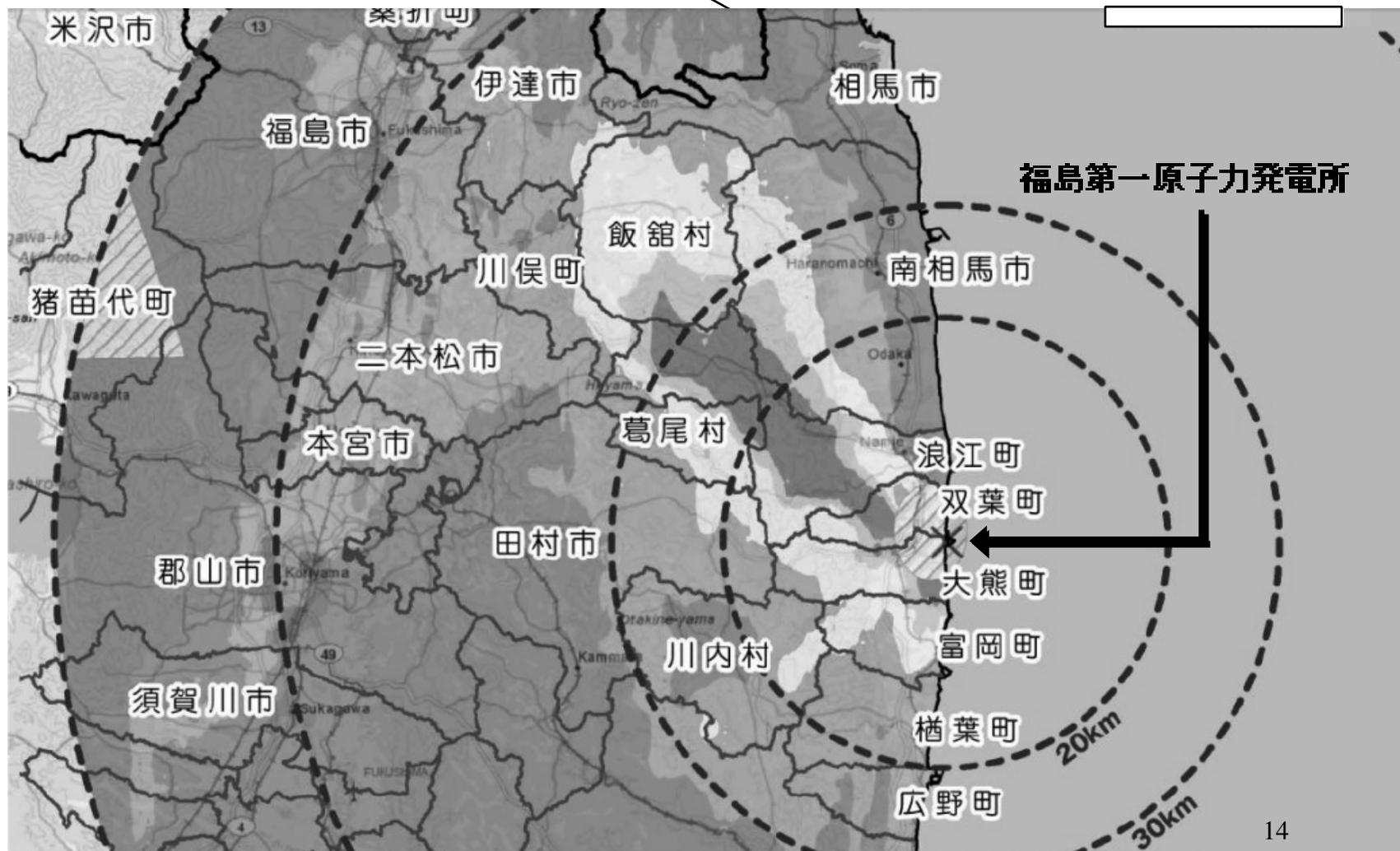
水に溶けにくい  
ストロンチウム化合物

重金属物質  
ウラン化合物  
プルトニウム化合物

揮発性でも水溶性  
でもないので、大部  
分は、炉内あるいは  
敷地周辺。

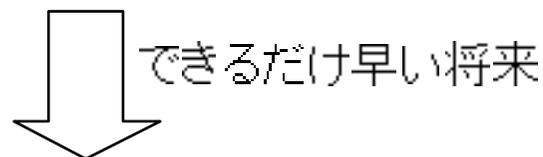
# 福島第一原子力発電所周辺の空間線量率

航空機サーベイによる4/29現在の線量率



# 事故収束とは

- 燃料が冷却されており、新たな放射性物質の放出が十分に小さいこと
- 全ての原子炉、プールが制御下にあること
- 環境放射線のモニタリングにより汚染領域が管理されていること

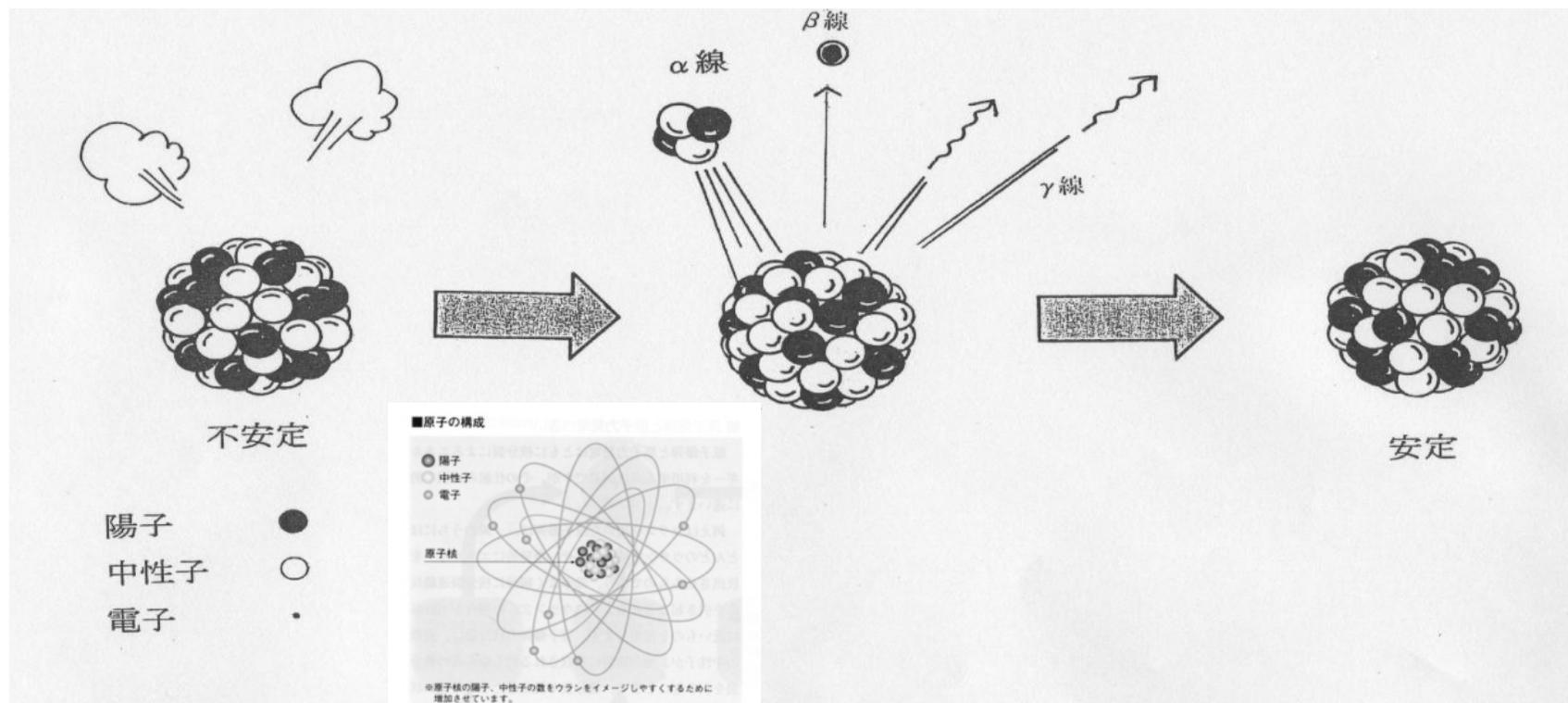


- 放射線のリスクが無い(廃止措置完了)

－燃料取り出し保管処理、施設解体廃棄

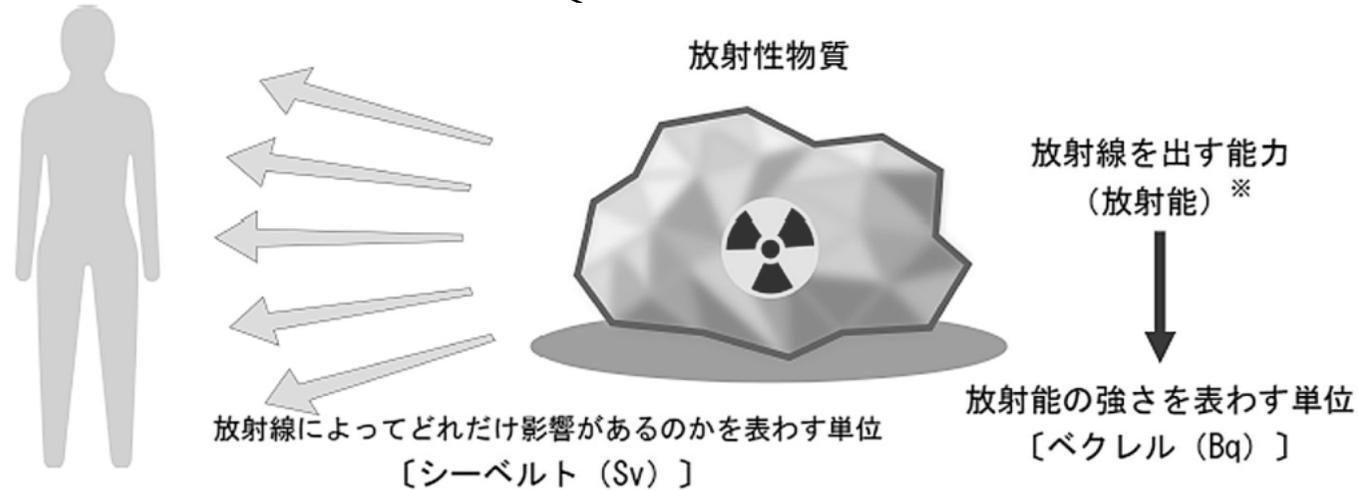
# 放射線の性質と 自然放射線

# なぜ放射線ができるのか



- ・原子核内の陽子数と中性子数のバランスが取れているとき安定
- ・不安定になるのは
  1. ウランが核分裂して2つに分裂した時、多くの不安定な原子が生じる
  2. 安定な原子核に中性子が入り込むと不安定な原子となる。

# 放射能と放射線



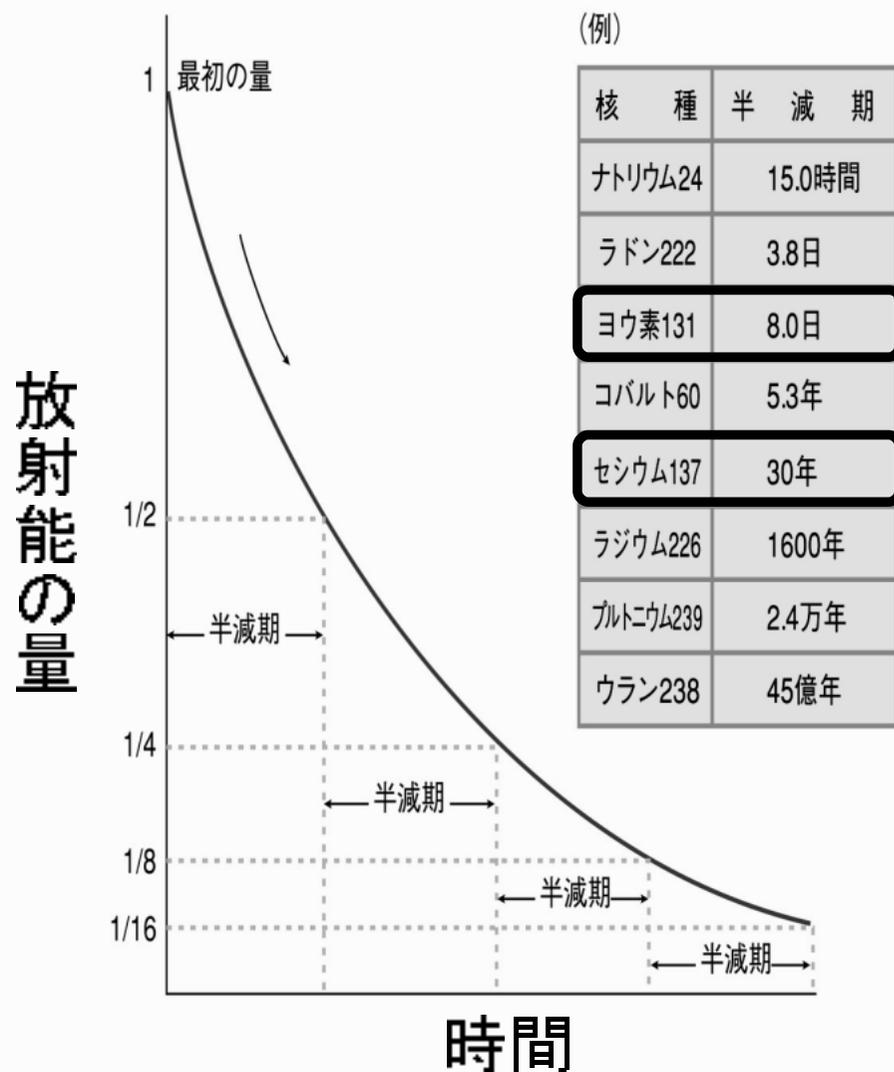
※放射能を持つ物質 (放射性物質) のことを示して用いられる場合もあります。

名 称	単 位 名 (記 号)	定 義
放射能	ベクレル (Bq)	放射能の強さを表わす単位 (1秒間に原子核が崩壊する量を表わす単位)
線量	シーベルト (Sv) (1シーベルト=1000ミリシーベルト)	放射線の人体への影響を表わす単位

線量率 (ミリシーベルト毎時など) は時間当たりの線量で瞬間的なもの。

これを積算すると線量になる。  $mSv/時間 \times 被ばく時間 = 被ばく線量(mSv)$

# 半減期：放射能は時間とともに減る



ヨウ素131は 8日間で半分

8日 1/2

16日 1/4

24日 1/8

32日 1/16

...

80日 1/1024

セシウム137は 30年で半分

セシウム134は 2年で半分

長期間の影響として注目する  
必要がある

## 体内の放射性物質はずっと留まる？

	ヨウ素131	セシウム134	セシウム137	ストロンチウム90
放射線の種類	ベータ線 ガンマ線	ベータ線 ガンマ線	ベータ線 ガンマ線	ベータ線
物理学的半減期	8日	2年	30年	29年
生物学的半減期	80日	90日	90日	50年
実効半減期	<b>約7日</b>	<b>約80日</b>	<b>約90日</b>	20年
蓄積する器官・組織	甲状腺	全身	全身	骨

物理学的半減期 : 放射性物質の寿命を表すための値。

生物学的半減期 : 放射性、非放射性(安定)に関係なく物質が体内にとどまる時間を表すための値。

実効(有効)半減期: 実際に体内に放射性物質が留まる時間を表すための値。

# 放射線とは

## エネルギーの流れ です

光の仲間やエネルギーを持った粒子の流れ

### ひとつは「光の仲間」

身近にある放射線の大半は「光」の性質を持ったものです。

エックス線  
ガンマ線

紫外線

赤外線

電波

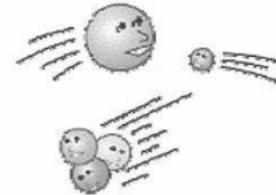
エックス線、ガンマ線

放射線を受けても、  
放射線は残らない！

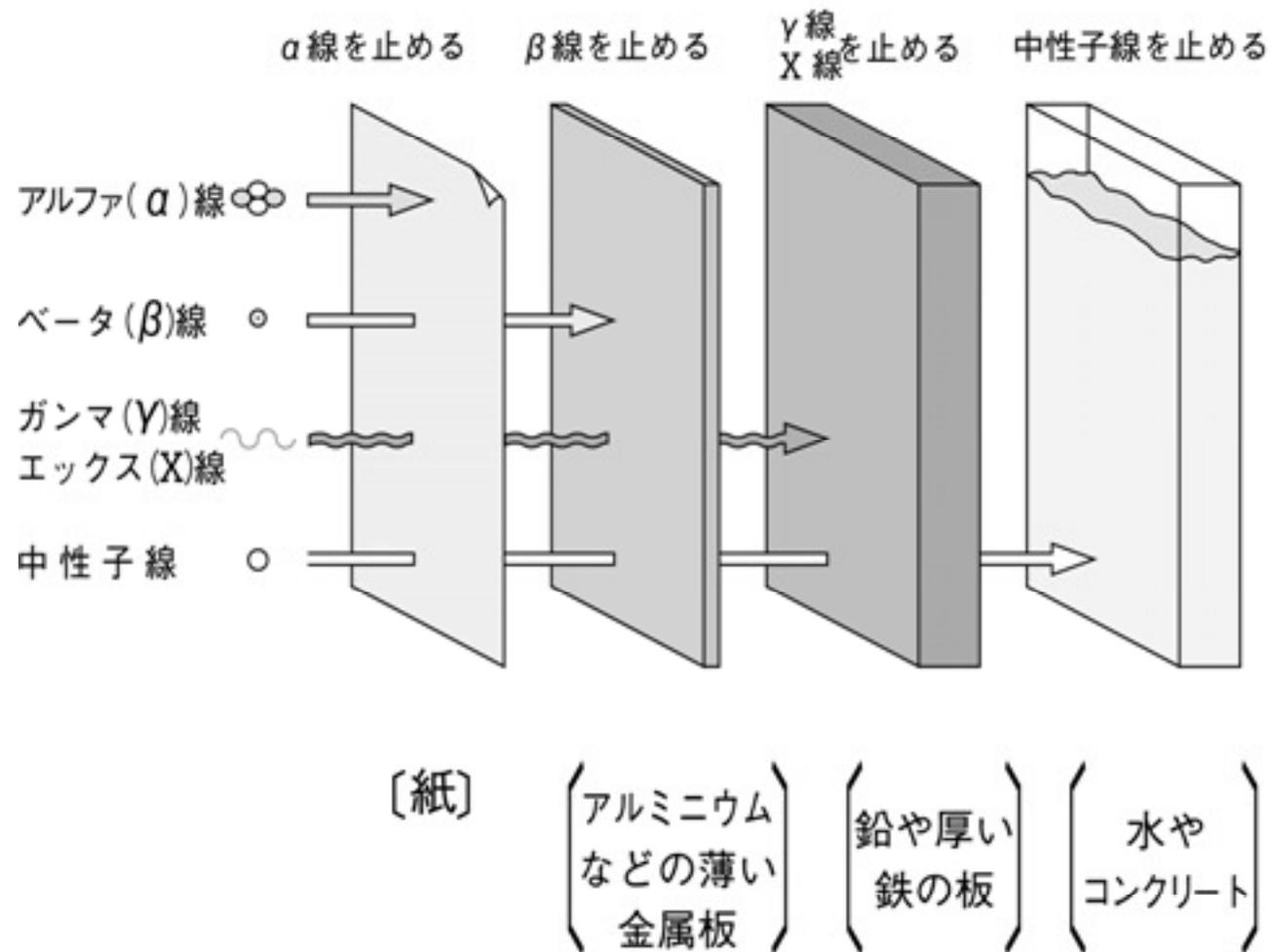
### もうひとつは「粒子」の流れ

小さくて顕微鏡でも見えません。

アルファ線、ベータ線(放射性物質から)、  
電子線、重粒子線(加速器から)



# 放射線の種類と透過力



# 放射線測定器の種類【線量計の種類】

人体の線量を測る



空間の線量を測る



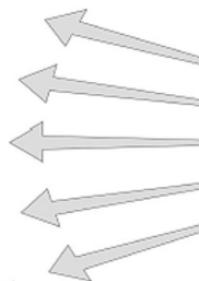
汚染を測る



装着



放射線

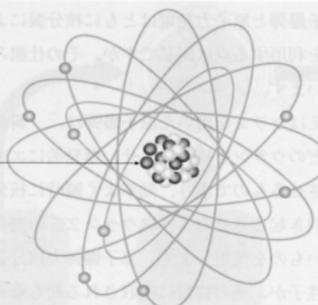


放射線による原子の電離・励起作用を利用して放射線を測定することができる。

■原子の構成

- 陽子
- 中性子
- 電子

原子核



※原子核の陽子、中性子の数をウランをイメージしやすくするために増加させています。

## さらに精密に測定するには？

- ガンマ線のエネルギースペクトルを分析：  
ゲルマニウム半導体検出器→核種の同定



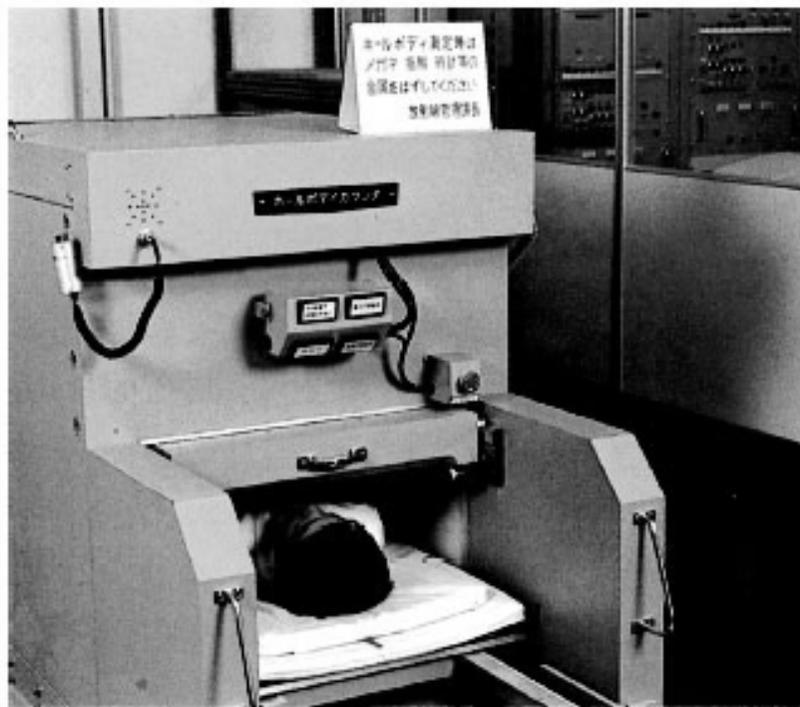
産総研の高純度ゲルマニウム半導体検出器とその計測システム

(独)食品総合研究所 緊急シンポジウム

「放射性物質の食品影響と今後の対応」「放射線の基礎を学ぶ」(小林泰彦先生) より引用

# 内部被ばくの測定【ホールボディカウンタ】

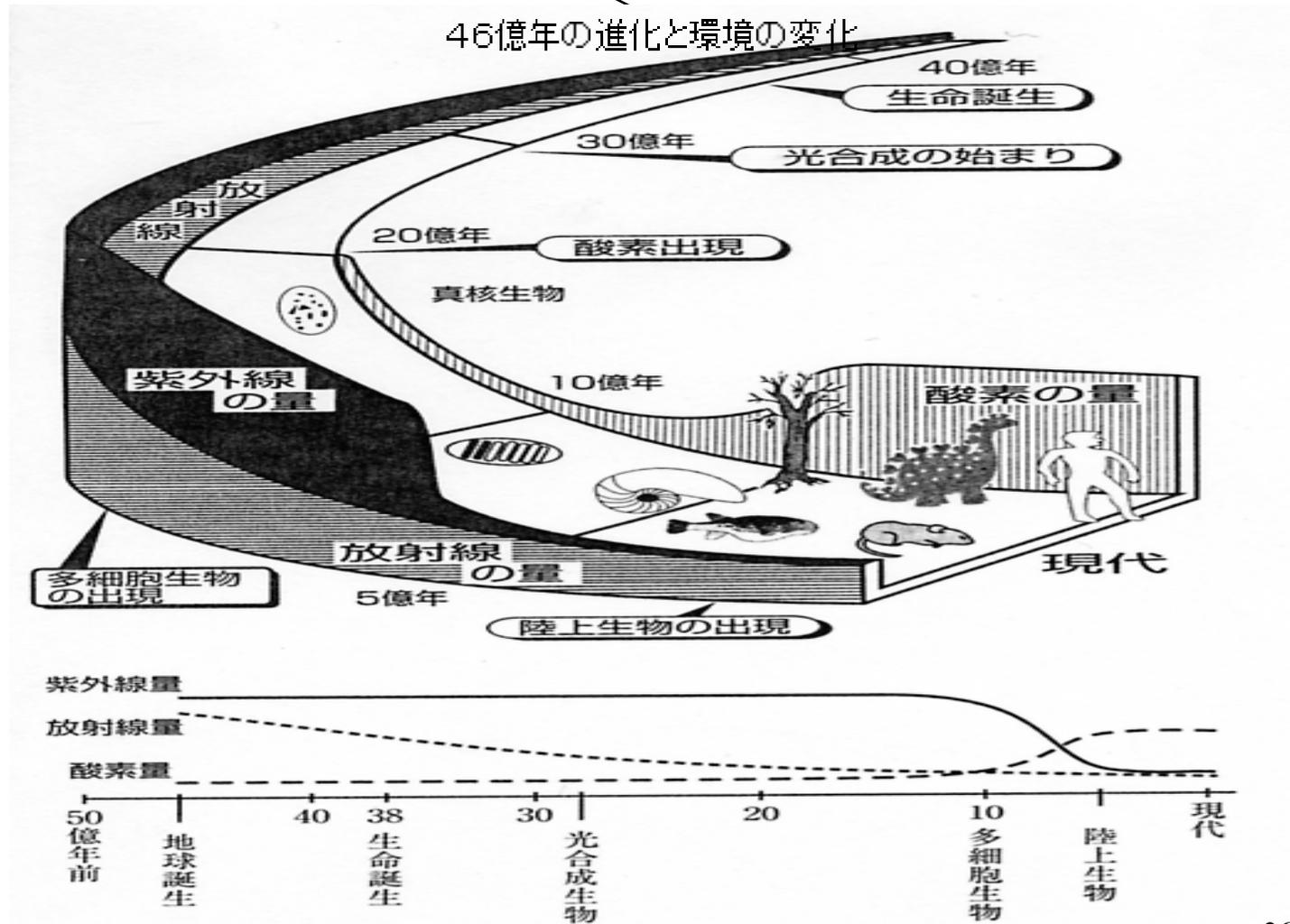
体内に摂取された放射性物質の量を体外から測定する装置  
(ホールボディカウンタ)



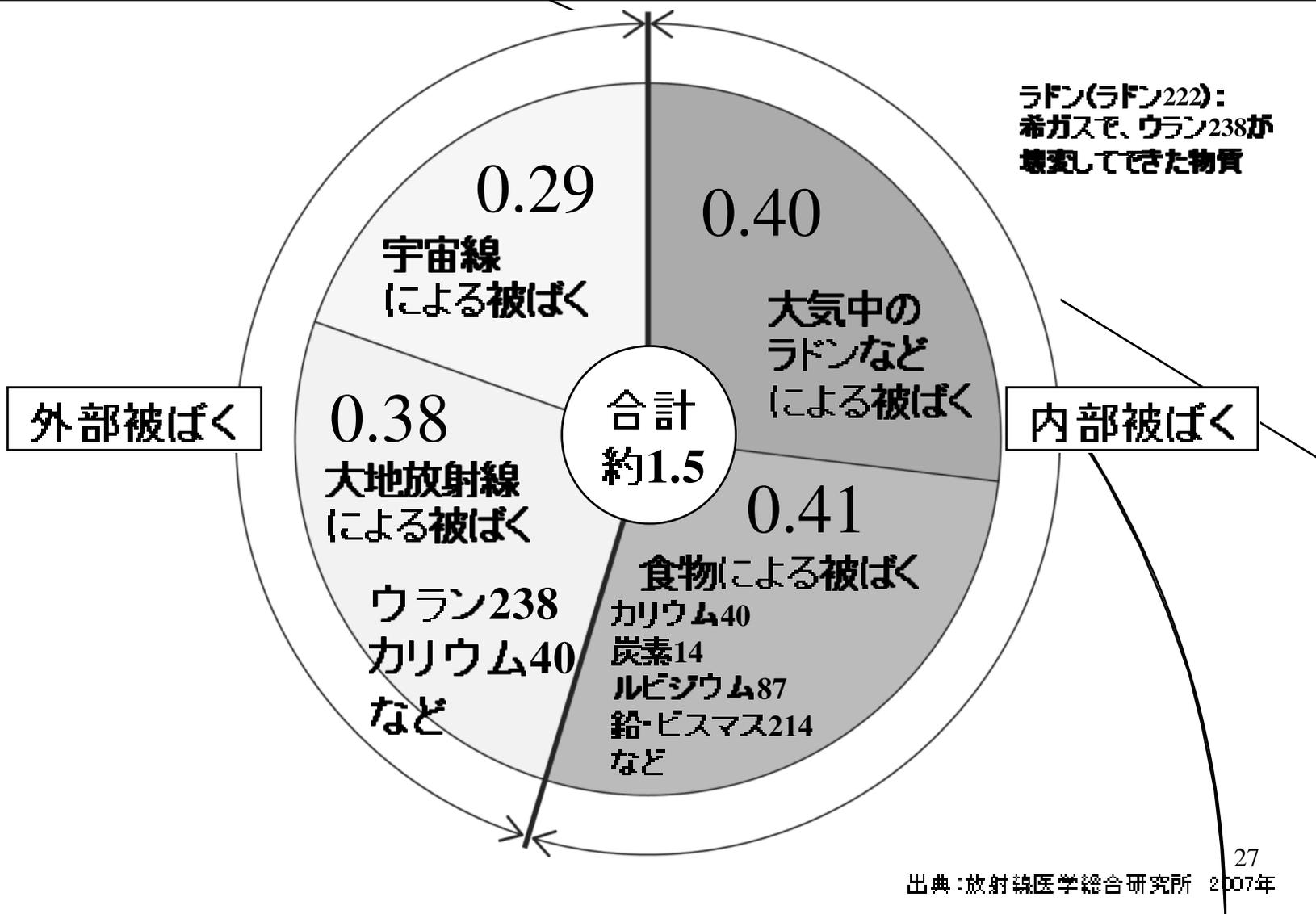
経産省HP

<http://www.nisa.meti.go.jp/word/30/0958.html>

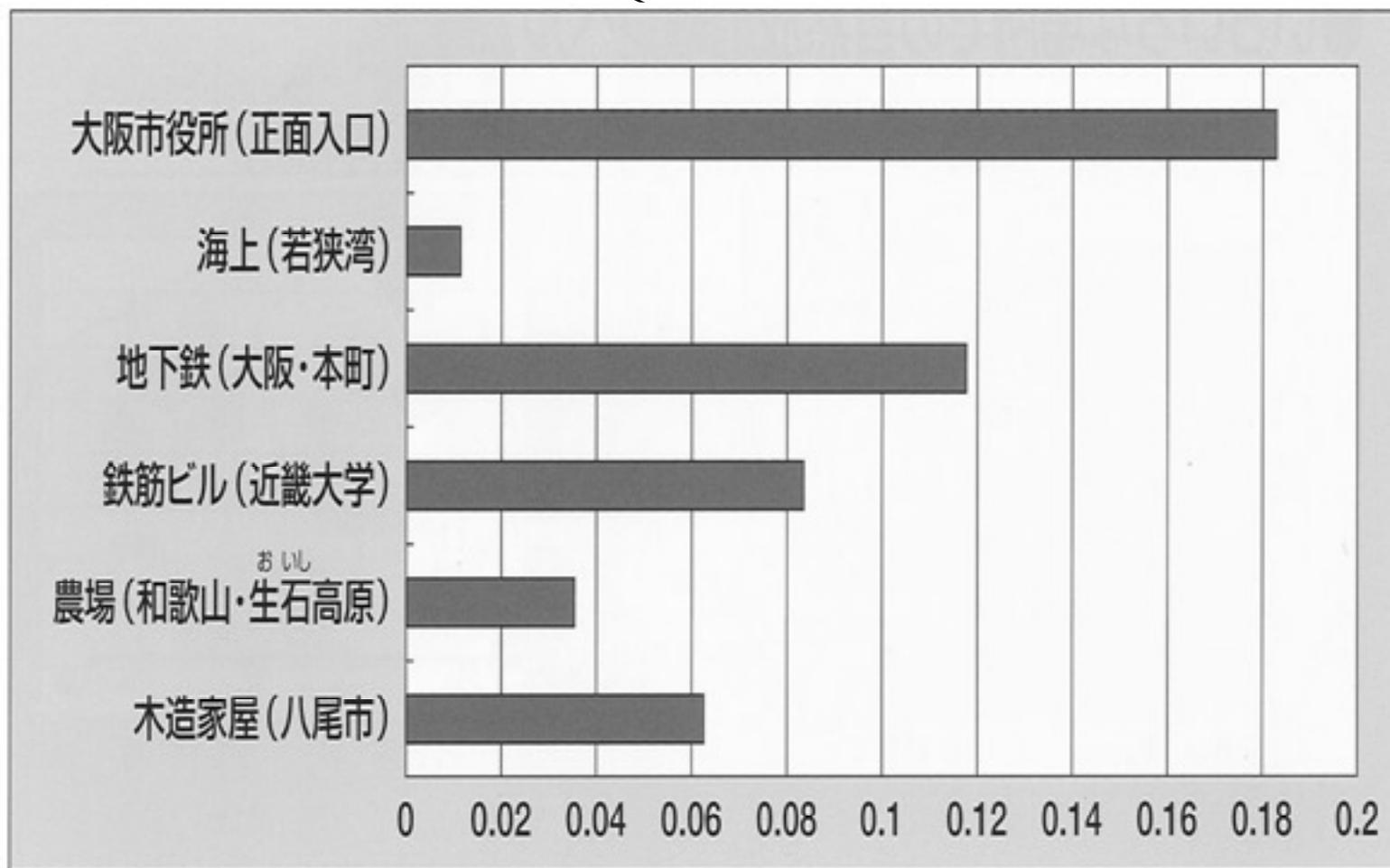
# 46億年の地球の進化と放射線環境の変化



# 自然から受ける線量(日本平均)



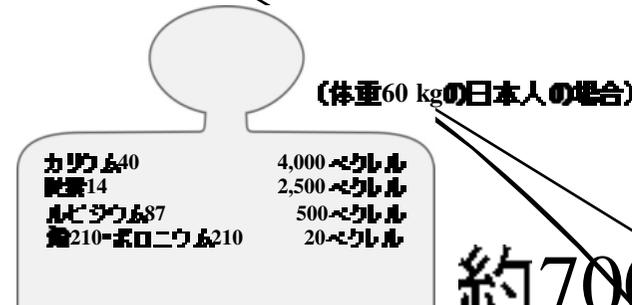
# いろいろな場所での自然放射線のレベル



単位  $\mu\text{Sv}/\text{時間}$  <sup>28</sup>

# 体内・食物中の自然放射性物質

## ●体内の放射性物質の量



約7000ベクレル

## ●食物中のカリウム40の放射能量(日本)

(単位:ベクレル/kg)



# 放射線のいろいろな利用

## 身のまわりの放射線利用

発泡ポリオレフィン



テレビやビデオの耐熱性電線



スポーツ用品の品質強化



宝石の着色



自動車のタイヤ



## 医療分野での利用

滅菌

- ・注射器、ガーゼ、包帯、手術器具  
その他医療器具

診断

- ・X線診断  
断層撮影(CT)  
核医学診断

治療

- ・がん治療など