2012/6/21
横浜市民測定所講演会

正しく知ろう　放射能と放射線

東京都市大学　工学部　原子力安全工学科
大学院　共同原子力専攻

本多　照幸

お話しの内容

1. 原子力と放射線の基礎
2. 放射線による人体への影響
3. 原子力発電の基礎 （略）
4. 食品と内部被ばく
5. 海洋の放射能
6. 福島原発の現状と課題
7. 全国と横浜市の放射能と放射線量

1. 原子力と放射線の基礎

放射能と放射線

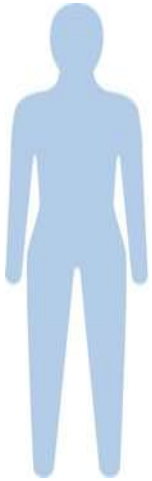
- **放射能**

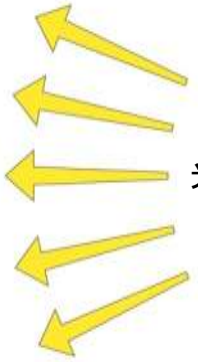
  放射線を出す能力のこと

- **（電離）放射線**

  空気を電離する能力を持った電磁波（X線・γ 線）または粒子線(α 線・β 線・中性子線など)

放射能と放射線





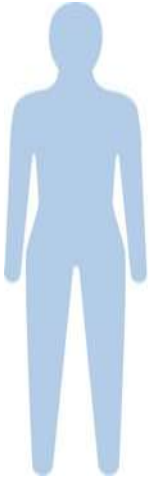
光

懐中電灯

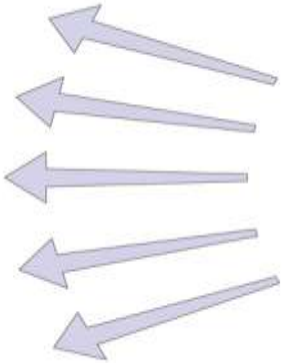
光を出す能力

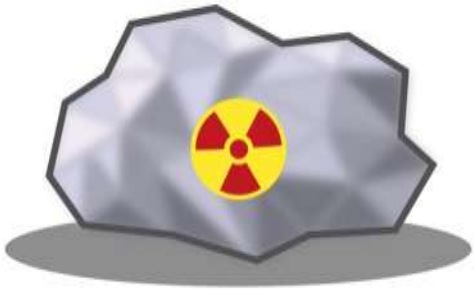
光の強さを表わす単位
〔カンデラ（cd）〕

明るさを表わす単位
〔ルクス（lx）〕



放射性物質





放射線を出す能力
（放射能）※

放射能の強さを表わす単位
〔ベクレル（Bq）〕

放射線によってどれだけ影響があるのかを表わす単位
〔シーベルト（Sv）〕

出典：資源エネルギー庁「原子力2010」

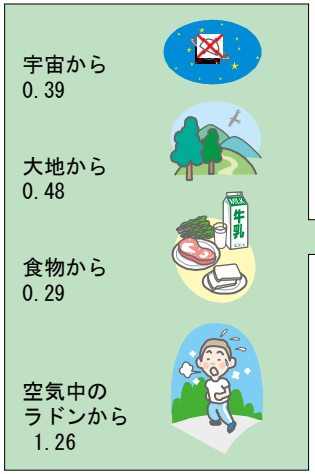
Bq→Svの変換

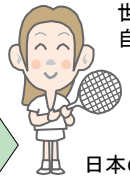
放射性物質	経口摂取(Sv/Bq)	吸入摂取(Sv/Bq)	1000Bqは何μSv？	
			経口摂取(μSv)	吸入摂取(μSv)
Sr-90	2.8×10^-8	1.6×10^-7	28	160
I-131	2.2×10^-8	7.4×10^-9	22	7.4
Cs-134	1.9×10^-8	2.0×10^-8	19	20
Cs-137	1.3×10^-8	3.9×10^-8	13	39
Pu-239	2.5×10^-7	1.2×10^-4	250	120000

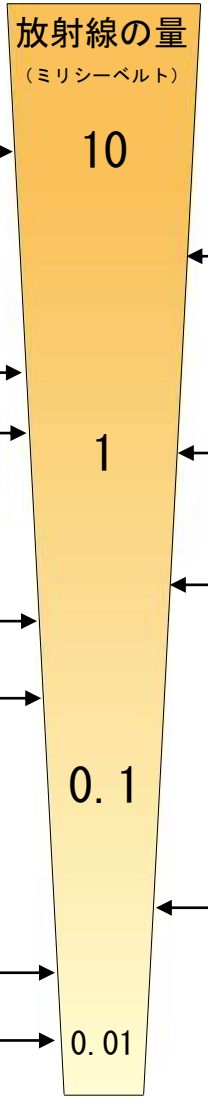
- 経口摂取：放射性物質が含まれる食物を食べることにより、放射性物質が体内に取り込まれること

- 吸入摂取：空気中に含まれているガス状の放射性物質又は粒子状の放射性物質を呼吸により、肺に取り込むこと

日常生活と放射線







ブラジル・ガラパリでの10
自然界からの放射線（年間）

世界の1人あたりの
自然界からの放射線2.4
（年間・世界平均）

日本の1人あたりの 1.48
自然界からの放射線
（年間・全国平均）

0.4

国内での自然界からの放射線の差
（年間・県別平均値の差の最大）

0.2

東京～ニューヨーク航空機旅行
（往復・高度による宇宙線の増加）

再処理工場の操業による工場周辺の0.022
線量目標値（年間）

クリアランスレベル導出の 0.01
線量目安値（年間）

全身CTスキャン（1回）

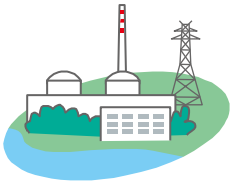
6.9

1.0 一般公衆の線量限度
（年間・医療は除く）

0.6 胃のX線集団検診（1回）

胸のX線集団検診（1回）

0.05



※ 日本の原子力発電から放出される放射性物質から受ける放射線の量は0.001ミリシーベルト未満です。（年間）

原子力発電所（軽水炉）周辺の線量目標値（年間）
（実績ではこの目標値を大幅に下回っています）

出典：資源エネルギー庁「原子力2010」他

注目された放射性物質

放射性核種	^{90}Sr	^{134}Cs	^{137}Cs	^{239}Pu
半減期(年)	28.79 （核分裂生成物）	2.07 （放射化生成物）	30.1 （核分裂生成物）	24000 （超ウラン核種）
化学的性質	銀白色の金属 単体では反応活性 カルシウムと似た性質 化合物は水に溶けやすい	人工的 核実験では放出されず、原発内で生成される	銀白色の金属 カリウムと似た性質 化合物は多くが水溶性	銀白色の金属 化合物は不溶性 ウランが中性子を吸収して生成
蓄積されやすい臓器	骨 *（18.3年）	筋肉 *(158日）	筋肉 *（69.6日）	肺（吸入） 骨（摂取） *（200年）

・*実効半減期

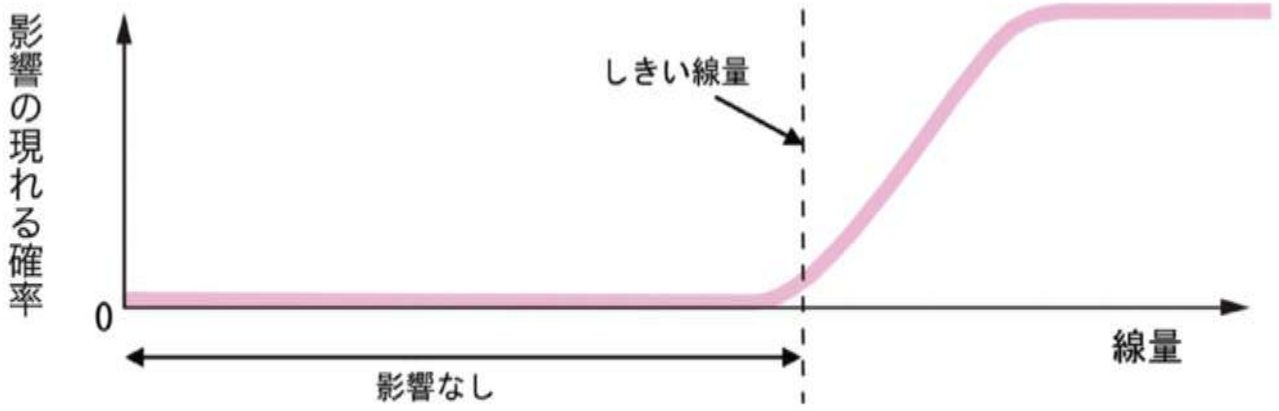
・核分裂生成物（FP）：核分裂によって生じた核種

・放射化生成物：中性子の吸収により生成した核種

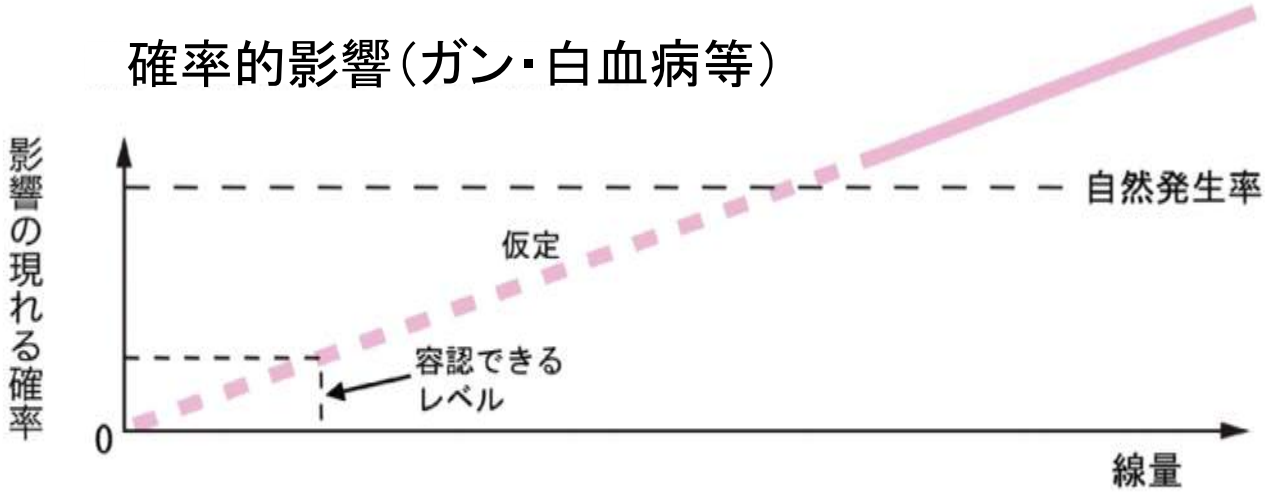
2. 放射線による人体への影響

放射線被曝による2つの影響

確定的影響（脱毛・白内障等）



確率的影響（ガン・白血病等）



放射線によるガンの誘発

- 潜伏期間が長い
  （白血病：2～40年・甲状腺ガン：4～20年
  その他のガン：10年～生涯）
- 自然に発生しているガンの発生率が増加する（相対リスクが増加）
- ガンの発生率は線量の増加と共に増加する
- 年齢が若いほど生涯のガン発生率が高い
- 女性の方が男性よりガンの発生率が高い

4. 食品と内部被ばく

食品基準値の諸外国との比較

単位：Bq/kg

放射性核種の種類	日本				諸外国		
	食品群	暫定規制値	食品群	新基準値	食品群	米国	EU
放射性ヨウ素	飲料水	300	(変更せず)*		飲料水	各食品群とも測定ごとに合計170まで	500
	牛乳・乳製品	300			乳製品		500
	魚介類	2000			乳幼児用食品		150
	野菜類	2000			一般食品		2000
放射性セシウム	飲料水	200	飲料水	10	飲料水	各食品群とも測定ごとに合計1200まで	1000
	牛乳・乳製品	200	牛乳	50	乳製品		1000
	穀類	500	乳児食品	50	乳幼児用食品		400
	野菜類	500	一般食品	100	一般食品		1250
	肉、卵、魚、その他	500					

*半減期が短く、すでに検出が認められない放射性ヨウ素や、原子力発電所敷地内においても天然の存在レベルと変化のないウランについては、基準値は設定しない

新基準を超えた食品

県名	採取日	品名	放射能(Bq/kg)
宮城県	2012/2/28	スズキ	360
	2012/4/4	シイタケ	350
	2012/4/14	ヤーコン茶	＊20290
福島県	2012/4/10	フキノトウ	214
		キウイ	197
		シジミ	463
		シイタケ	*1881
	2012/3/29	ヤマメ	*840
茨城県	2012/3/29	ヒラメ	137
群馬県	2012/4/5	牛肉	106
	2012/4/9	フキノトウ	291
千葉県	2012/4/4	タケノコ	120

*旧基準値を上回ったもの

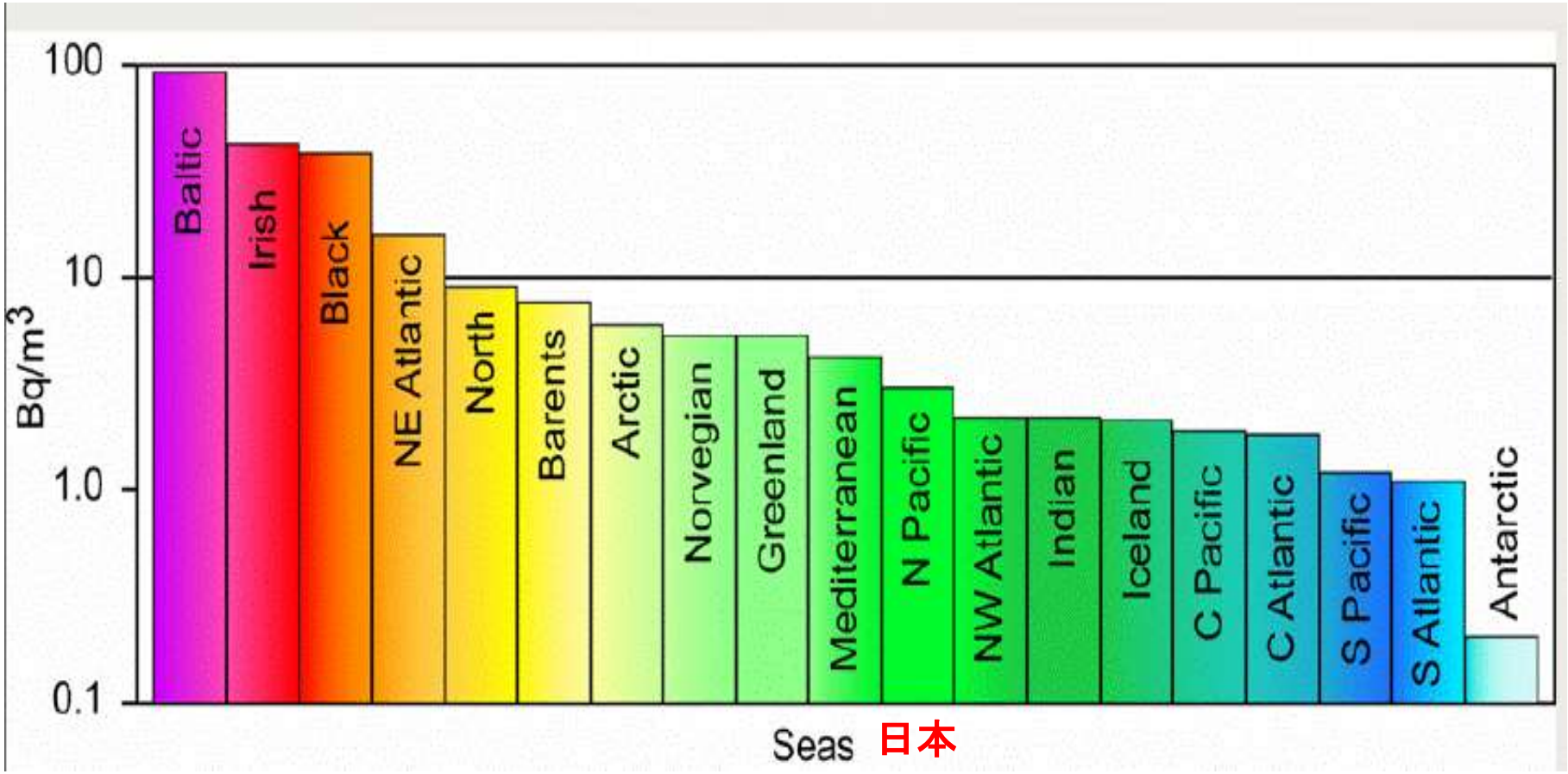
新基準から1ヶ月

- 基準値超過→337件　出荷停止→19品目

福島県	タケノコ（2市2町）、畑栽培のわさび（1市1町）、野生ふきのとう（4市4町） 24年産米（平成23年産で1kgあたり100Bq超500Bq以下を検出した地区） 天然ヤマメ（一部湖沼および河川）、ウグイ（一部湖沼および河川）、天然イワナ（一部湖沼および河川）、天然コイ（一部湖沼および河川）、天然フナ（一部湖沼および河川）
宮城県	露地栽培の原木シイタケ（8市3町）、クサソテツ（2市）、スズキ（一部海域） 天然ヤマメ（一部河川）、ウグイ（一部河川）
岩手県	露地栽培の原木シイタケ（5市3町）
茨城県	露地栽培の原木シイタケ（5市）、タケノコ（10市3町1村）シロメバル（一部海域）、スズキ（一部海域）、ニベ（一部海域）、ヒラメ（一部海域）天然アメリカナマズ（9市10町）天然ギンブナ（一部湖沼および河川）
栃木県	露地栽培の原木シイタケ（9市10町）、施設栽培の原木シイタケ（1市2町）、野生タラの芽（2市）
群馬県	ヤマメ（一部河川）
千葉県	露地栽培の原木シイタケ（3市）、タケノコ（7市2町）

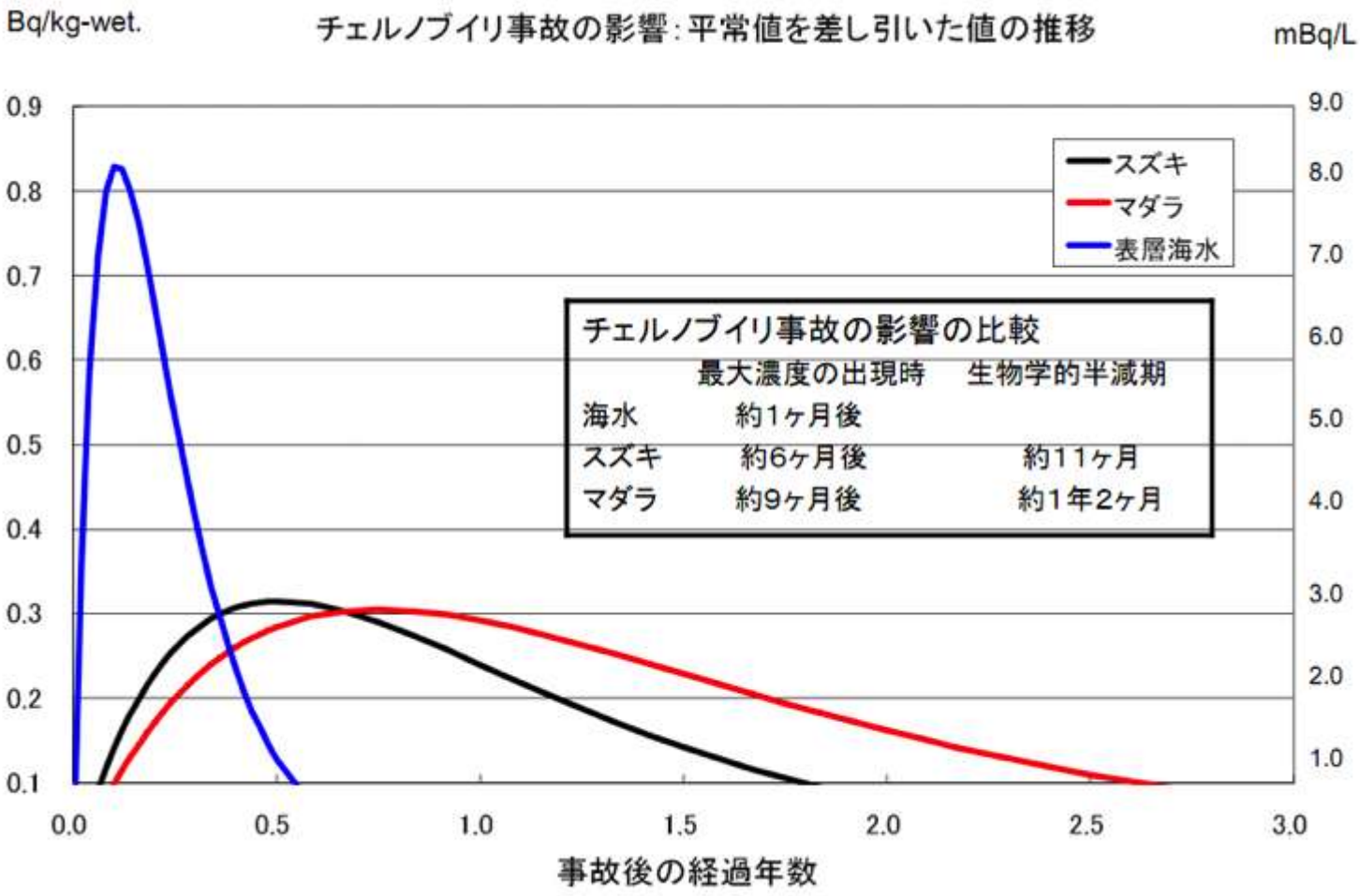
5.海洋の放射能

世界の海洋における
セシウム137の放射能濃度(表層水)



IAEA (2008)

経過年数と生物濃縮



財団法人海洋生物環境研究所

海水中の放射能濃度

場所：福島第一原発 北5km　　単位：Bq/L

日付 / 核種	2011/5/9	2011/9/16	2012/2/9	2012/5/1
I-131	9.6～19	ND	ND	ND
Cs-134	63～75	6.4	1.2	0.063
Cs-137	68～80	9.8	1.9	0.039

場所：福島第一原発 北東20km　　単位：Bq/L

日付 / 核種	2011/5/9	2011/9/7	2012/2/10	2012/4/18
I-131	ND	ND	ND	ND
Cs-134	13	ND	ND	0.089
Cs-137	18	ND	ND	0.064

2012年5月29日の横浜港・川崎港・東京湾ではヨウ素、セシウム共に不検出であった。

海底堆積物の放射能濃度

場所：福島第一原発 北5km　　単位：Bq/kg

日付 / 核種	2011/6月2日	2011/9月15日	2012/2月6日 (*Pu・Srは2011/11月10日)
I-131	ND	ND	ND
Cs-134	570	300	61
Cs-137	600	350	81
Sr-90	44	1.2	*ND
Pu-239+240	0.43	0.16	*0.084

場所：福島第一原発 北東20km　　単位：Bq/kg

日付 / 核種	2011/7/17	2011/9/16	2012/1/17	2012/5/17
I-131	ND	ND	ND	ND
Cs-134	48	20	14	7.5
Cs-137	51	24	17	12

東京湾海底土のCs濃度

- 東京湾での放射性セシウムの濃度

↓

昨年8月から約7ヶ月間で1.5～13倍になった

↓ なぜ？？

河川の泥にたまったCsが少しずつ東京湾に流れ込んでいる

東京湾内の3カ所の海底土について調査

2011/8月20日	75～320 Bq/kg
2012/4月2日	321～397 Bq/kg

同志社大学・山崎秀夫教授

福島県の海産物中の放射能

採取場所：勿来沖　　単位：(Bq/kg)

魚名	日付	Cs	I-131	基準値(100Bq/kg)との比較
コウナゴ	2011/4月9日	490	1500	490 > 100 基準値の4.9倍
	2011/5月5日	2900	210	2900 > 100 基準値の29倍
シラス	2011/5月13日	850	19	850 > 100　基準値の8.5倍
	2011/12月14日	30	ND	30 < 100 基準値以下
ヒラメ	2011/6月29日	23	ND	23 < 100　基準値以下
	2011/12月14日	14	ND	14 < 100 基準値以下

茨城県の海産物中の放射能

採取場所：ひたちなか市沖　　単位：(Bq/kg)

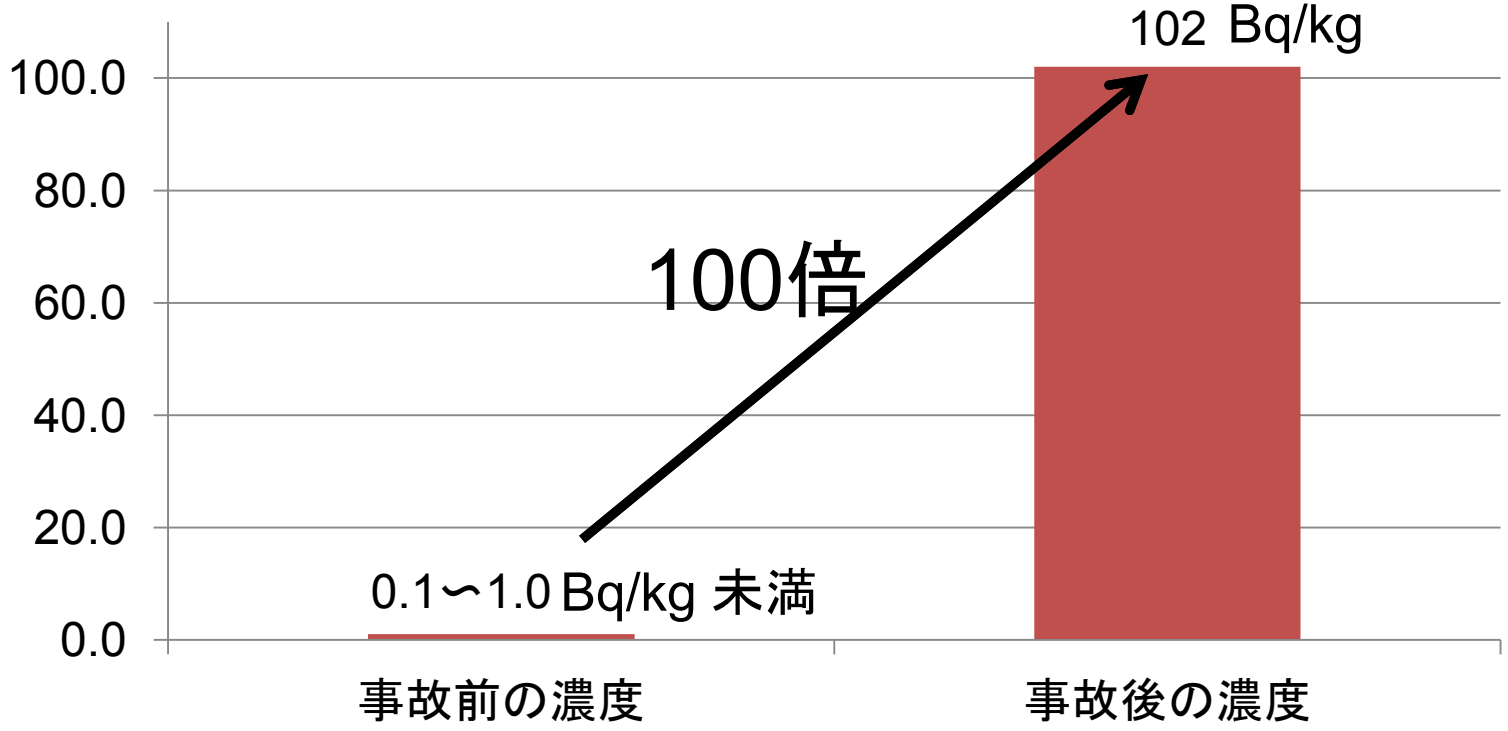
魚名	日付	Cs	I-131	基準値(100Bq/kg)との比較
コウナゴ	2011/4月4日	447	4080	447 > 100　基準値の4.5倍
ヤリイカ	2011/5月17日	8	ND	8 < 100　基準値以下
	2012/1月18日	ND	ND	ND < 100　基準値以下
ヒラメ	2011/4月4日	2	2	2 < 100　基準値以下
	2012/1月31日	25	ND	25 < 100　基準値以下

千葉県の海産物中の放射能

採取場所：銚子沖　　単位：(Bq/kg)

魚名	日付	Cs	I-131	基準値(100Bq/kg)との比較
マイワシ	2011/3月30日	ND	16	ND < 100 基準値以下
	2012/1月23日	4.6	ND	4.6 < 100 基準値以下
ヒラメ	2011/3月25日	ND	2.5	ND < 100 基準値以下
	2011/11月28日	17	ND	17 < 100 基準値以下
キンメダイ	2011/3月24日	ND	ND	ND < 100 基準値以下
	2012/1月23日	6.8	ND	6.8 < 100 基準値以下

プランクトンのCs濃度
（福島第一原発の沖合300km）

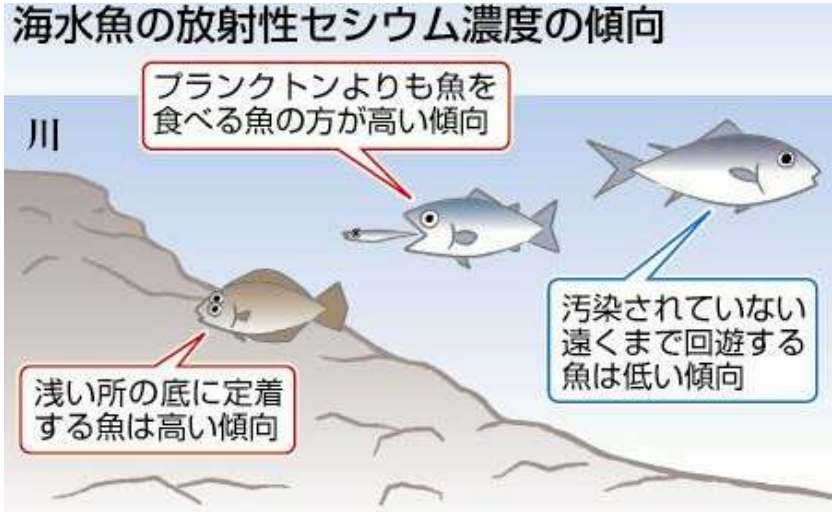


- 低濃度だが、食物連鎖を通じて
  魚類に蓄積する生物濃縮の可能性がある

東京大大気海洋研究所
西川敦助教

海産物のセシウム濃度の差

- 濃度が低下傾向
  - → 表層に生息する魚
  - → 汚染されていない遠くまで回遊するような魚
- 濃度が高い傾向
  - → 浅いところの底に定着する魚
  - → 魚食の魚



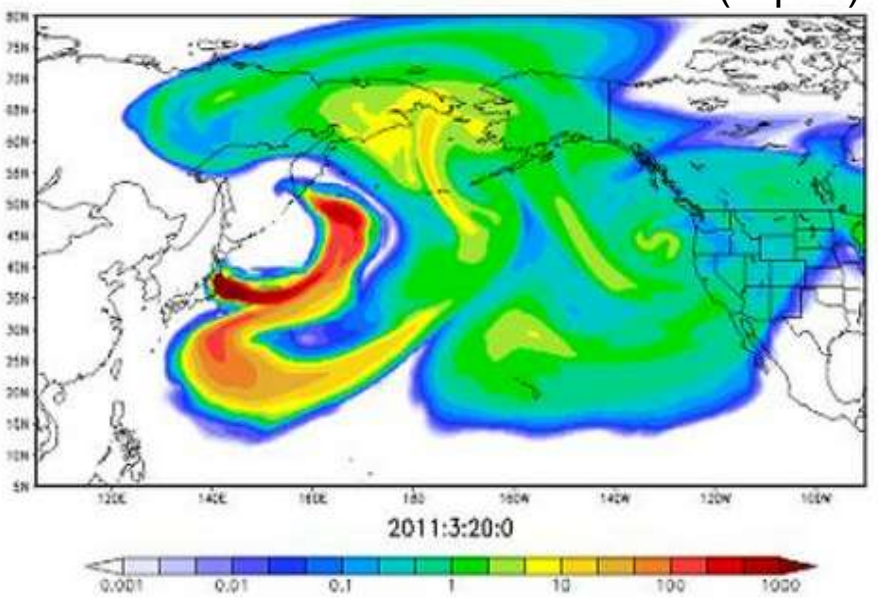
海水に放出された放射性物質は、大量の海水に希釈され、海流により移動。海底に運ばれていく

放射線医学総合研究所・青木辰雄調査役

大気中の放射性セシウムの拡散

- シミュレーションでは
  大気中の放射性物質は
  約10日でほぼ地球を一周し
  半分以上が海洋に落下した

- 放射性セシウムは4月までに
  70～80%が海に落ち
  30%程度は陸地に降った
  と推定される

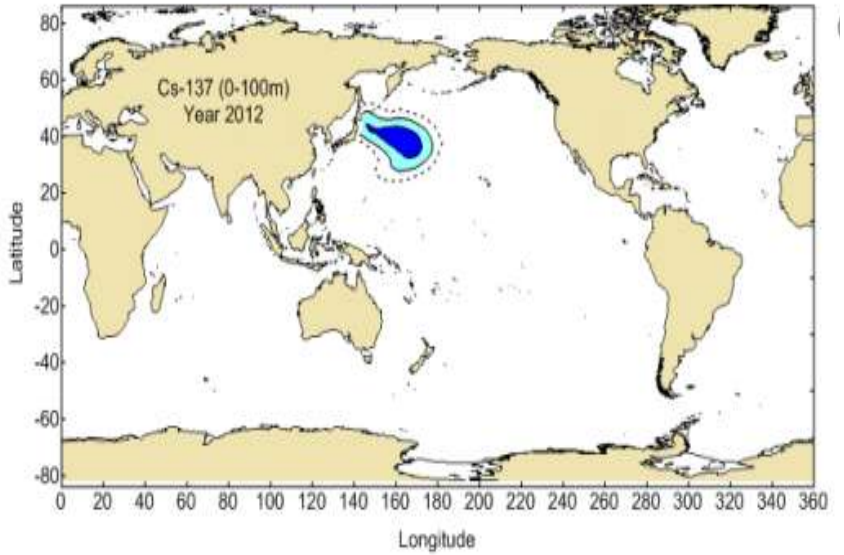


2011年3月20日の放射性セシウム拡散予想
気象研究所　田中泰宙・主任研究官

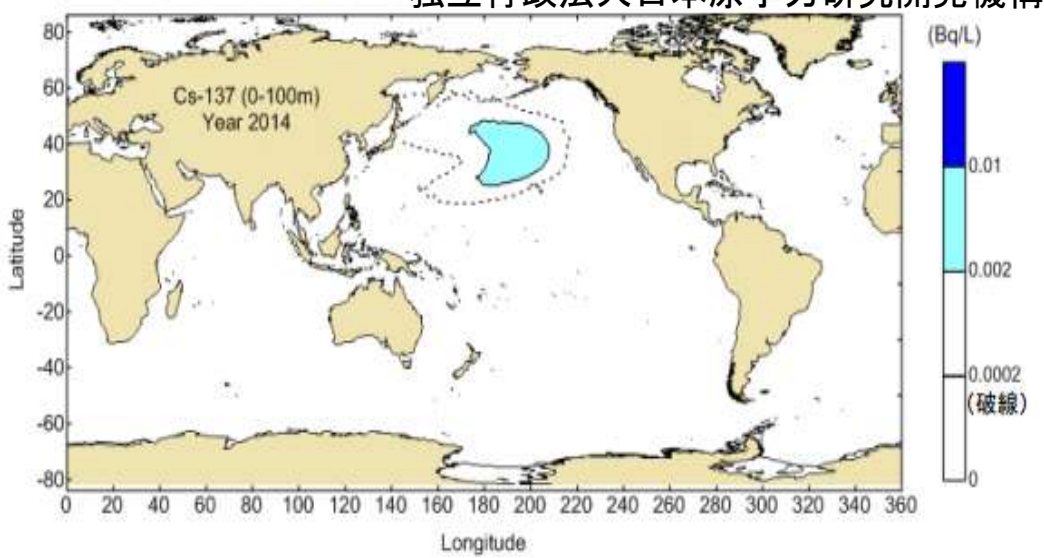
- 米カルフォルニア沖で(2011年8月）に捕獲された
  クロマグロから、最大10.3Bq/kg、事故前の濃度の
  10倍以上の福島由来の放射性セシウムCs-134が検出された

セシウム137の海水中の濃度分布(予測)

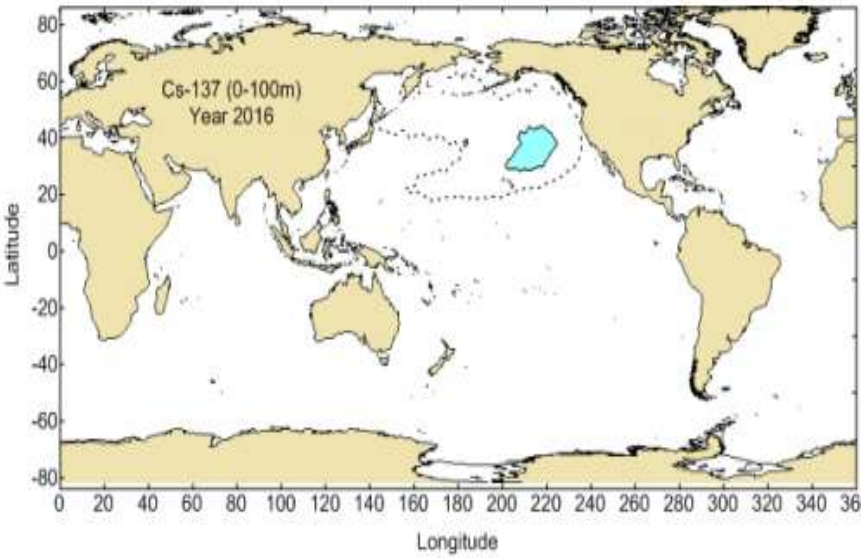
独立行政法人日本原子力研究開発機構



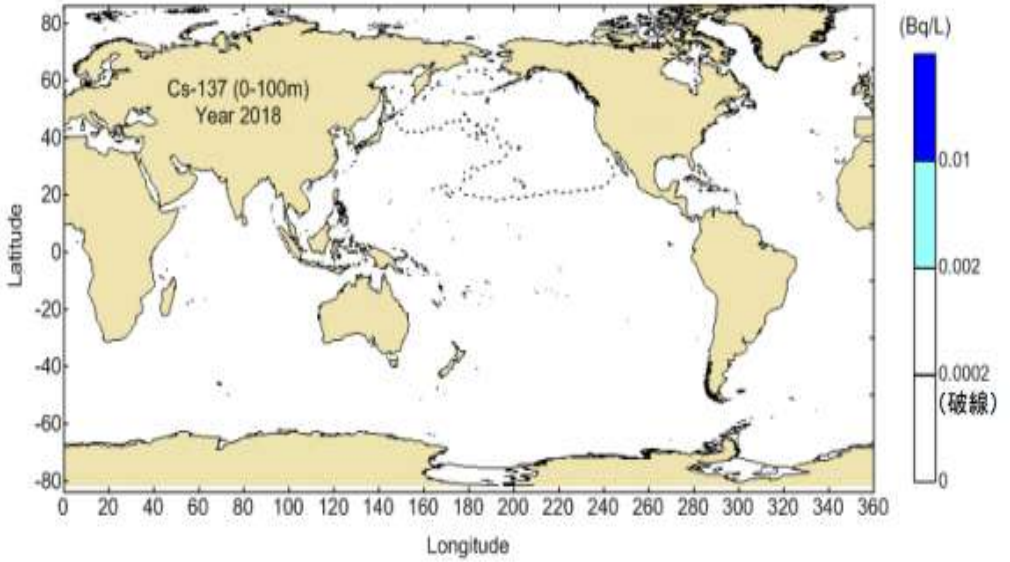
1年後



3年後



5年後



7年後

6. 福島原発の現状と課題

福島原発事故の経緯

日付	1号機	2号機	3号機	4号機
3月11日	14:46 地震発生			
	14:46 自動停止	14:47 自動停止	14:47 自動停止	点検中
	15:27 津波襲来			
	15:37 電源喪失 冷却システム停止	15:41 電源喪失	15:36 電源喪失	15:38 電源喪失
	17:00 燃料露出始まる			
	20:00 燃料の大部分が溶け落ちる			
3月12日	15:36 原子炉建屋が水素爆発		11:36 冷却システム停止	
	19:04 原子炉に海水注入			
3月13日		13:25 冷却システム停止	8:00 燃料露出始まる	
			10:00 炉心損傷始まる	
3月14日		16:34 原子炉に海水注入		
		18:00 燃料露出始まる	11:01 水素爆発	
		23:00 燃料の大部分が溶け落ちる	22:00 燃料の大部分が溶け落ちる	
3月15日		6:10 水素爆発？ 圧力抑制室破損か		6:14 水素爆発とみられる爆発音 建屋の壁損傷
4月12日	国際原子力事象評価尺度をレベル7に引き上げる			

廃炉までの工程表

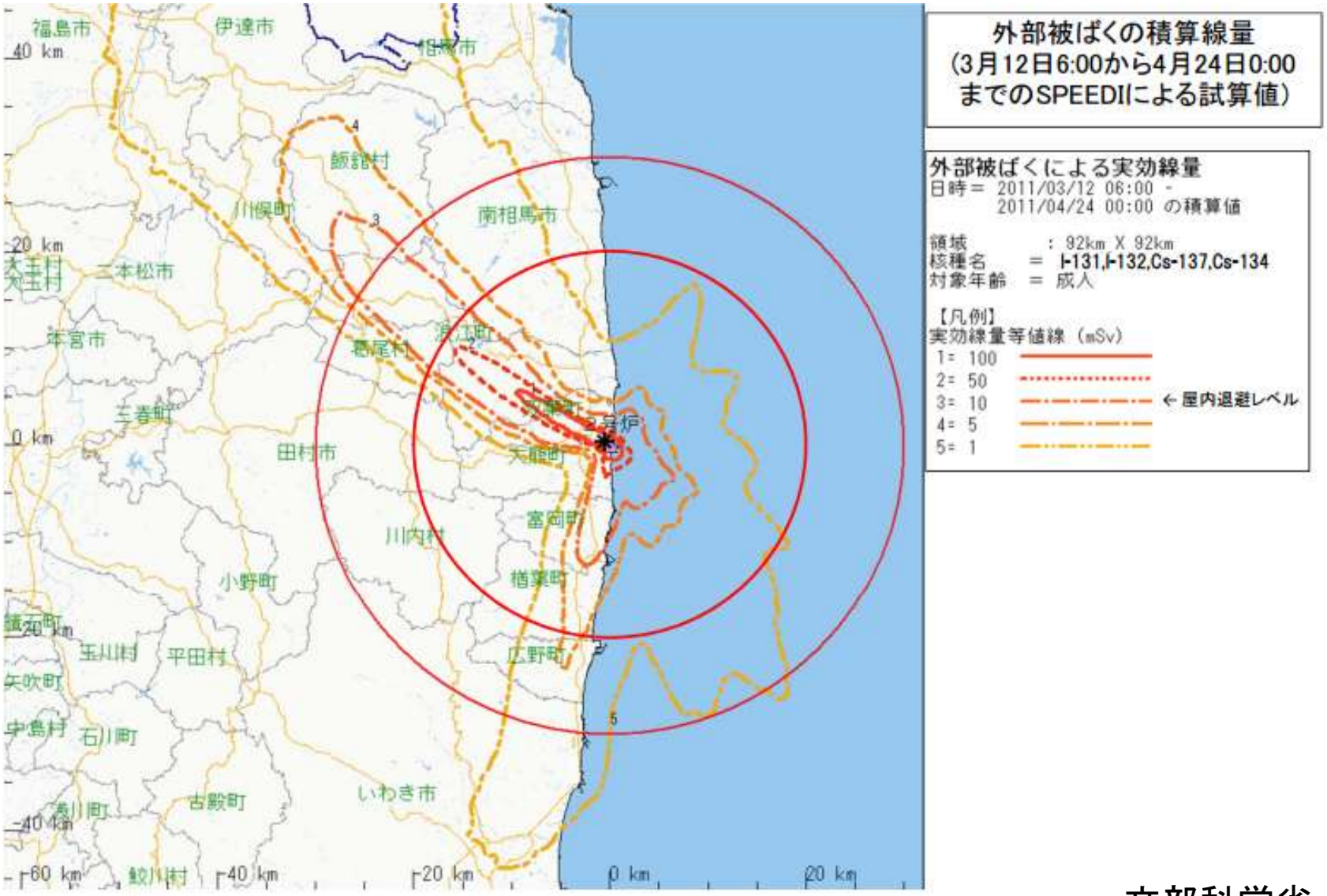
- 第一期
  → 原子炉建屋内のプールに入った使用済み核燃料の取り出し開始までの2年間
- 第二期
  → 格納容器に溶け落ちた核燃料の取り出しに着手する10年後まで
- 第三期
  → 核燃料の回収を終え、建屋解体が終わるまでの30～40年後まで

- 使用済み核燃料の取り出しは、4→3→1→2号機の順で行う

事故の教訓

- 想定外は許されない
  - → 地震・津波自然災害等
- 最悪の事態を想定して対応
  - → 事故後の対応が後手後手
- 危機管理が徹底されず
  - → 初動の遅れが決定的
- 組織的に対応できる態勢を
  - → 組織的な連携
  - → 正確迅速な情報の発信

事故後のSPEEDIのデータ



文部科学省

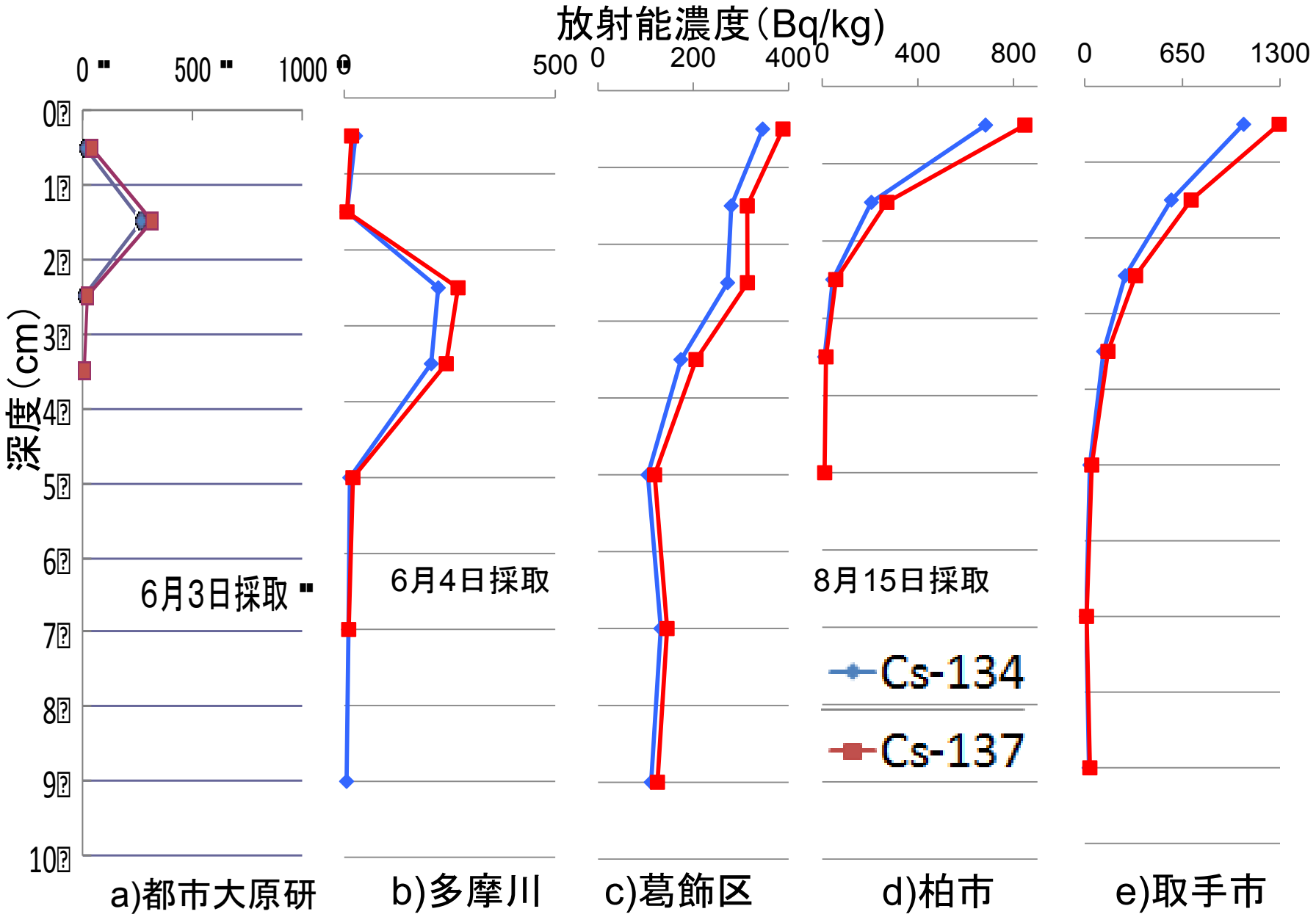
今後の課題

- 厳しい安全基準の策定と実施
- 危機管理の徹底
  - あらゆる組織・部署で
- 組織の改編
  - 原子力安全・保安院
  - 原子力安全委員会

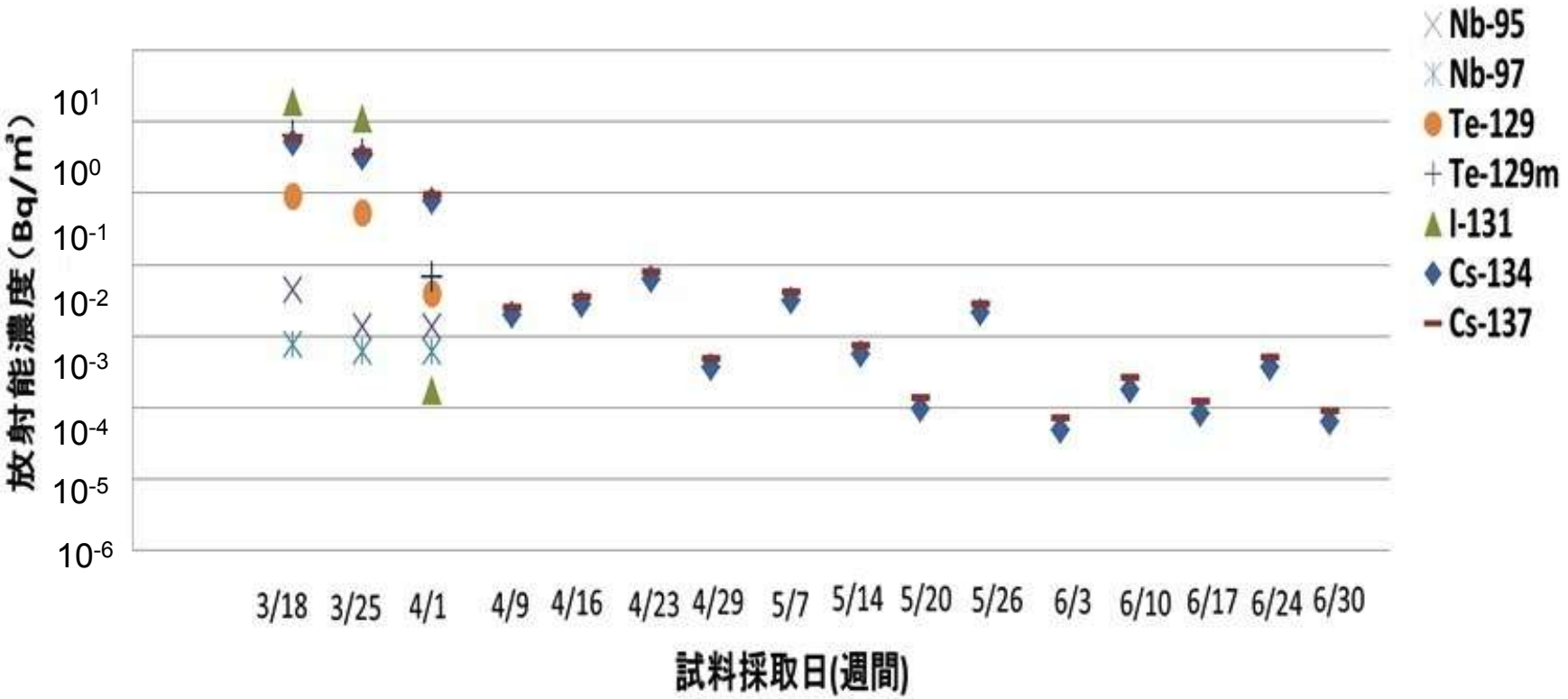
  → 原子力規制委員会（環境省）
- エネルギー政策の見直し
- 汚染物の処理・処分
- 人間や環境への影響評価
- 除染

7. 全国と横浜市の放射能と放射線量

各地点における土壌試料中の放射能深度分布

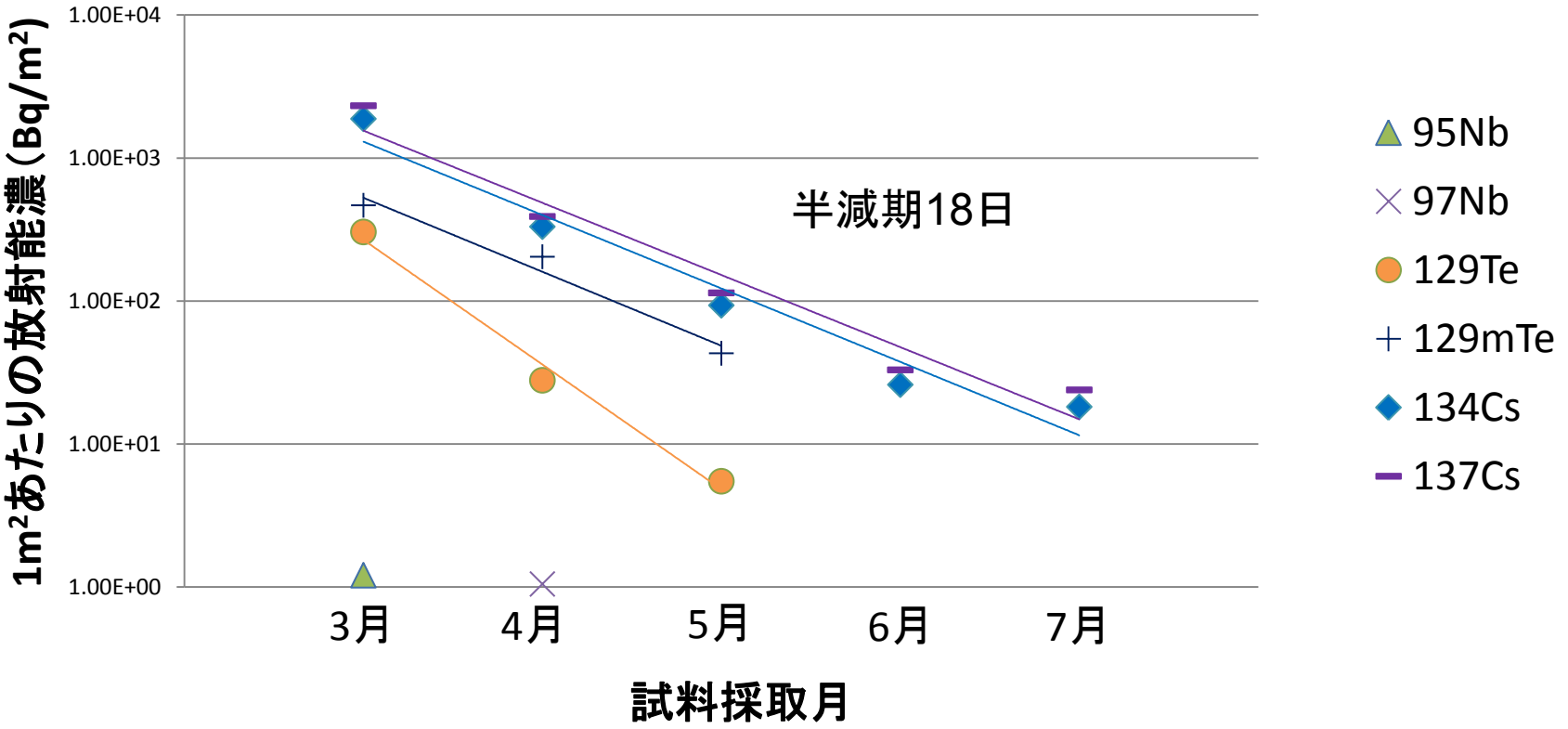


大気粒子状物質（APM）週間試料における核種別の放射能濃度（都市大原研）



	Cs-137		I-131	
	放射能濃度(Bq/m³)			
	川崎	福島	川崎	福島
3月25日	0.0136	1.6	0.000171	4.3
4月1日	0.000356	1	ND	1.5

大気降下物月間試料における核種別の放射能濃度（都市大原研）



2011年4月(Bq/m²)

	福島(双葉郡)	茨城（ひたちなか市）	栃木(宇都宮市)	群馬(前橋市)	東京(新宿区)	都市大原研(川崎市)
^{134}Cs	91700	2500	1300	340	290	330
^{137}Cs	100000	2300	1200	340	280	390

全国の放射線量

2012 6/14　現在

環境放射線水準調査結果（μSv/h）			
北海道	0.028	茨城	0.071
青森	0.027	千葉	0.34
岩手	0.022	埼玉	0.045
宮城	0.055	東京	0.048
秋田	0.034	神奈川	0.043
山形	0.037		
福島	0.79	長野	0.038
		愛知	0.04
新潟	0.047	大阪	0.043
福井	0.044	広島	0.047
山梨	0.044	愛媛	0.047
栃木	0.048	福岡	0.036
群馬	0.024	沖縄	0.023

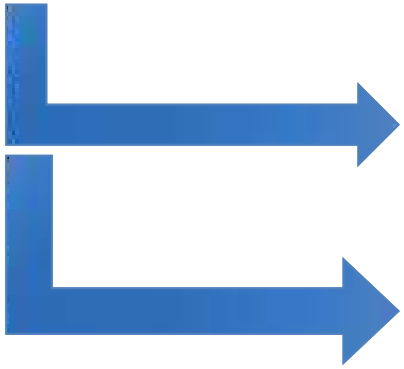
文部科学省

横浜市の放射線量

測定場所：保土ケ谷区仏向西　地上1m　[単位：μSv/h]

6月14日	0.049
6月13日	0.051
6月12日	0.05
6月11日	0.05

0.19μSv/hの放射線を一年間浴び続けると1mSv/yになることを考えると年間の被ばく線量は…(6月14日測定　0.049μSv/hで計算)



0.26mSv/y < 1mSv/y

（自然放射線を含む）

0.05mSv/y < 1mSv/y

（自然放射線を含まない）

高い線量が予測されるポイント

- 雨水がたまる場所
  - → 雨樋・集水機・屋外の排水溝・側溝・集水マスの泥土
- 植物およびその根元
  - → 高い広葉樹の根元・コケ
- 雨水・泥・土か〝たまりやすいところ
  - → 低くなった地面・コンクリートと表土の境および割れ目
- 微粒子か〝付着しやすい構造物
  - → さびた鉄構造物・トタン屋根・麦わら葺き屋根

おわりに

原子力と放射線について

正しく知り

正しくこわがりましょう

ご静聴ありがとうございました。

東京都市大学　工学部　原子力安全工学科
大学院　共同原子力専攻

本多　照幸