汚染廃棄物の処分について

平成24年8月22日

日揮株式会社　中居邦浩

＠コラッセふくしま

第28回「バックエンド」夏期セミナー

汚染廃棄物の発生

- 1Fサイト内
  - 燃料デブリ／放射化物
  - 放射性滞留水とその処理廃棄物
  - がれき／土壌など
- サイト外（陸地）
  - 除染廃棄物（土壌，草木，がれきなど）
  - 焼却灰／下水汚泥／汚泥焼却灰
- サイト外（海洋）

汚染廃棄物に関する法令，指針等

- 平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法（平成23年8月30日）
- 放射性物質汚染対処特措法施行令，同施工規則（平成23年12月14日）
  - 汚染廃棄物対策地域及び除染特別地域を指定する件（平成23年12月28日）環境省告示
  - 廃棄物の事故由来放射性物質についての放射能濃度の測定方法（平成23年12月28日）環境省告示　ほか
  - 事故由来放射性物質による公共の水域及び地下水の汚染を生じさせるおそれのない廃棄物の要件（平成24年1月27日環境省告示）
  - 環境大臣が定める石綿が含まれている指定廃棄物等（平成24年2月13日環境省告示）
  - 特定廃棄物の固型化の方法等（平成24年2月24日環境省告示）
- 廃棄物関係ガイドライン（平成23年12月第1版）
- 除染関係ガイドライン（平成23年12月第1版）

- 6/3:　原子力安全委員会「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の影響を受けた廃棄物の処理処分等に関する安全確保の当面の考え方について」
- 6/16:　原子力災害対策本部「放射性物質が検出された上下水処理等副次産物の当面の取扱いに関する考え方」
- 6/23:　福島県内の災害廃棄物の処理の方針（環境省）
- 8/29:　環境省　一般廃棄物処理施設における放射性物質に汚染されたおそれのある廃棄物の処理について
- 8/31:　環境省　8,000Bq/kg を超え100,000Bq/kg 以下の焼却灰等の処分方法に関する方針について
- 24/3/30:　環境省　特定一般廃棄物又は特定産業廃棄物の埋立処分を行う水面埋立地の指定について

廃棄物関係の用語

対策地域内廃棄物	汚染廃棄物対策地域内にある廃棄物（当該廃棄物が、当該汚染廃棄物対策地域外へ搬出された場合にあっては、当該搬出された廃棄物を含む。また、環境省令で定めるものを除く）（法第13条第1項）
指定廃棄物	水道施設、公共下水道・流域下水道、工業用水道施設、特定一般廃棄物処理施設又は特定産業廃棄物処理施設である焼却施設及び集落排水施設から生じた廃棄物であって、当該施設の管理者等の調査の結果に基づき、事故由来放射性物質による汚染状態が環境省令で定める要件に適合しないものとして、環境大臣が指定するもの。以下略（法第16～18条）
特定廃棄物	対策地域内廃棄物又は指定廃棄物（法第20条）
災害廃棄物	東日本大震災により生じた廃棄物（地震や津波により倒壊した建物の残骸や津波により大破した自動車・船舶等）を指す。
汚染廃棄物等	対策地域内廃棄物、指定廃棄物又は除去土壌（法第46条）
除去土壌	除染特別地域又は除染実施区域に係る土壌等の除染等の措置に伴い生じた土壌（法第2条第4項）
除去土壌等	除去土壌及び土壌等の除染等の措置に伴い生じた廃棄物（法第31条第1項）
基準適合特定廃棄物	事故由来放射性物質についての放射能濃度を第二十条に規定する方法により調査した結果、事故由来放射性物質であるCs-134及びCs-137の放射能濃度の合計が8000Bq/kg以下であると認められる特定廃棄物（規則第23条第1項）

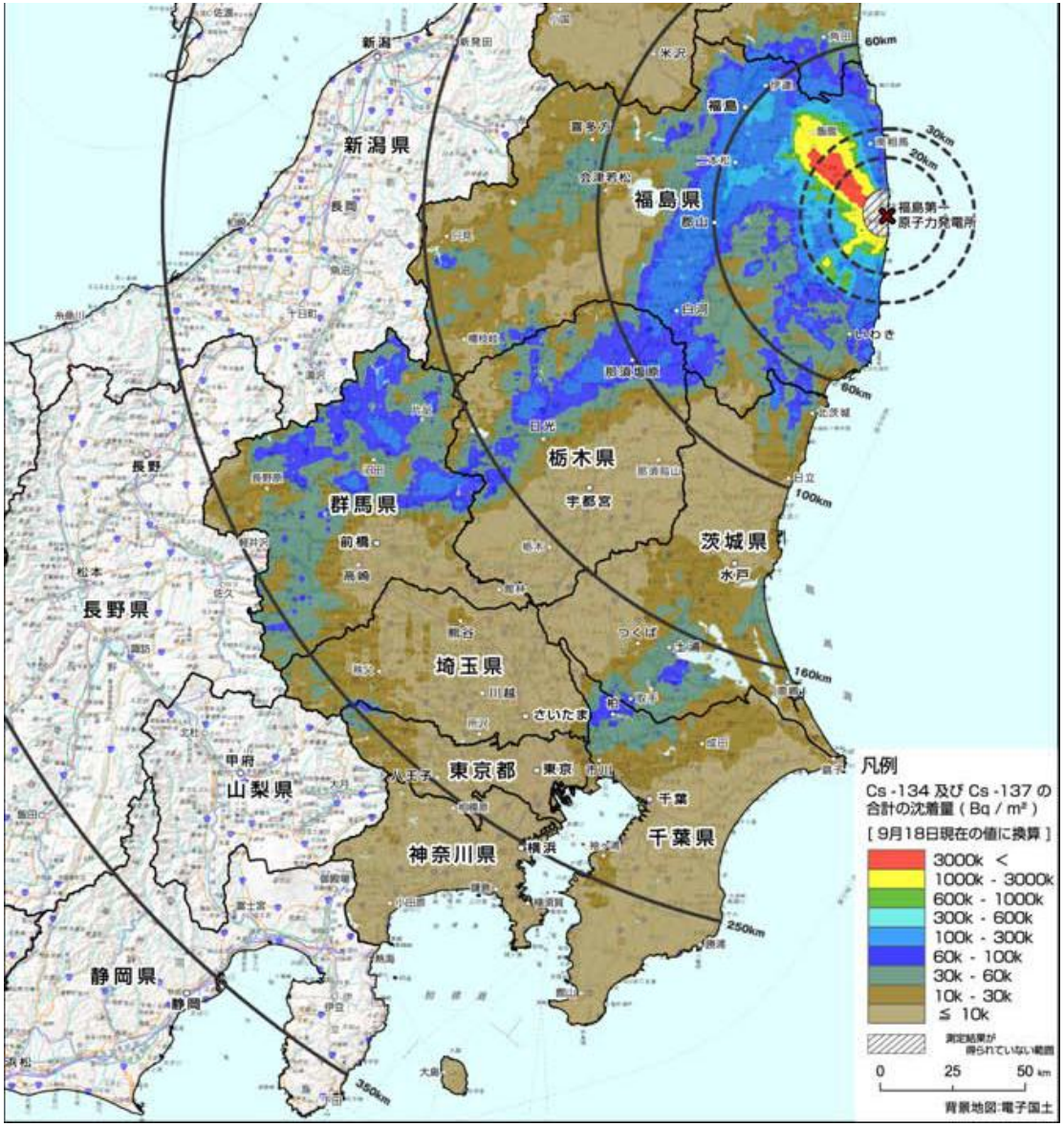
環境省廃棄物関係ガイドライン（平成23年12月第1版）より

特定一般廃棄物・特定産業廃棄物

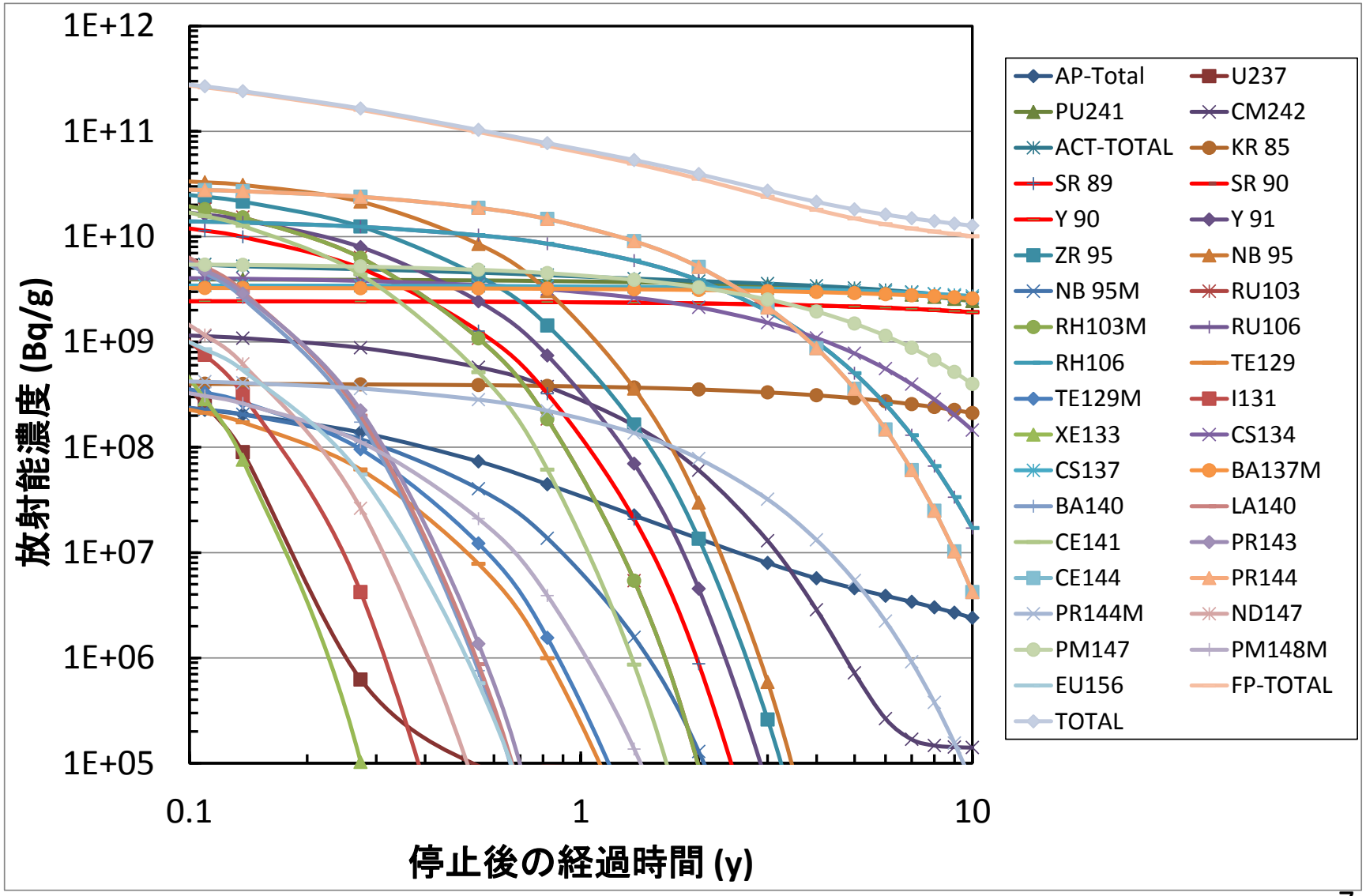
施設の種類	廃棄物の種類及び性状	岩手県	宮城県	山形県	福島県	茨城県	栃木県	群馬県	埼玉県	千葉県	東京都	神奈川県	新潟県
—	除染廃棄物	（除染特別区域内又は除染実施区域内）											
(1) 水道施設	脱水汚泥，乾燥汚泥		○		○	○	○	○	○	○	○		○
(2) イ 公共下水道及び流域下水道施設（ばいじん及び燃え殻を排出する施設）	ばいじん（飛灰）、焼却灰その他の燃え殻（主灰、溶融スラグ等）				○	○	○	○	○	○	○		
(2) ロ 公共下水道及び流域下水道施設（脱水汚泥を排出する施設）	脱水汚泥（福島県及び栃木県に限る）				○		○						
(3) 工業用水道施設	脱水汚泥、乾燥汚泥		○		○	○	○	○	○	○	○		○
(4) 一般廃棄物処理施設及び 産業廃棄物処理施設 である焼却施設	ばいじん（飛灰）、焼却灰その他の燃え殻（主灰、溶融スラグ等）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
(5) 集落排水施設	脱水汚泥、乾燥汚泥				○								
—	廃稲わら	（地域限定なし）											
—	廃堆肥	（地域限定なし）											
—	特定一般廃棄物・特定産業廃棄物の処理物	（地域限定なし）											

文部科学省による航空機モニタリングの測定結果に基づくセシウムの沈着量

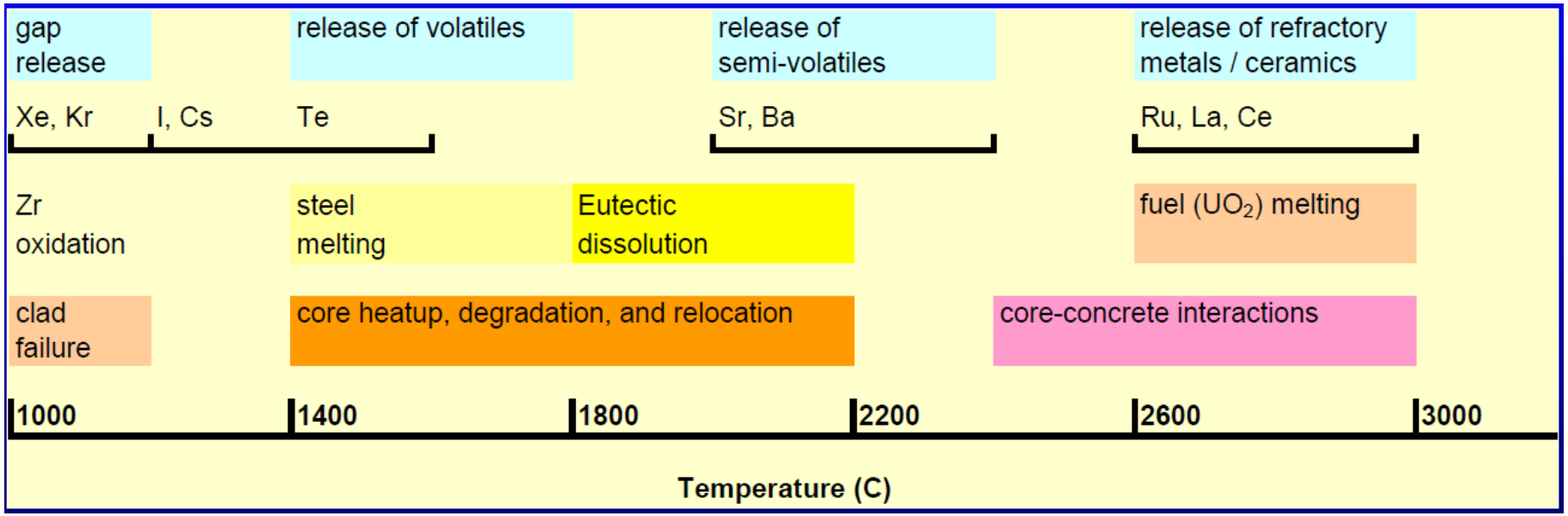
(111006 MEXT
報道発表)
http://radioactivity.mext.go.jp/ja/1910/2011/10/1910_100601.pdf



燃料中の主要な放射性核種



放射性核種の放出しやすさ



IAEA Training in Level 2 PSA
Source Term Phenomena

廃棄物中のSr-90の割合

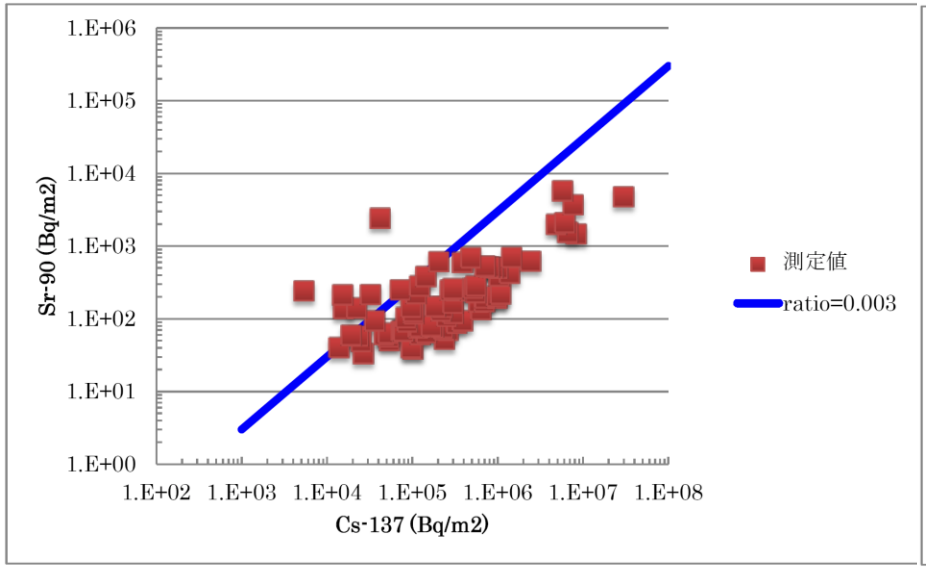


図3　土壌中の Sr-90 濃度/Cs-137 濃度比

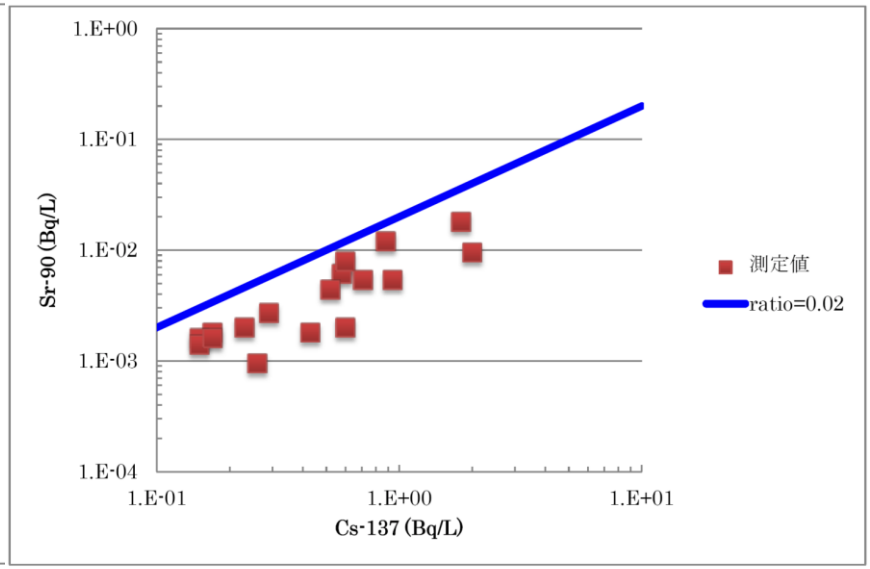
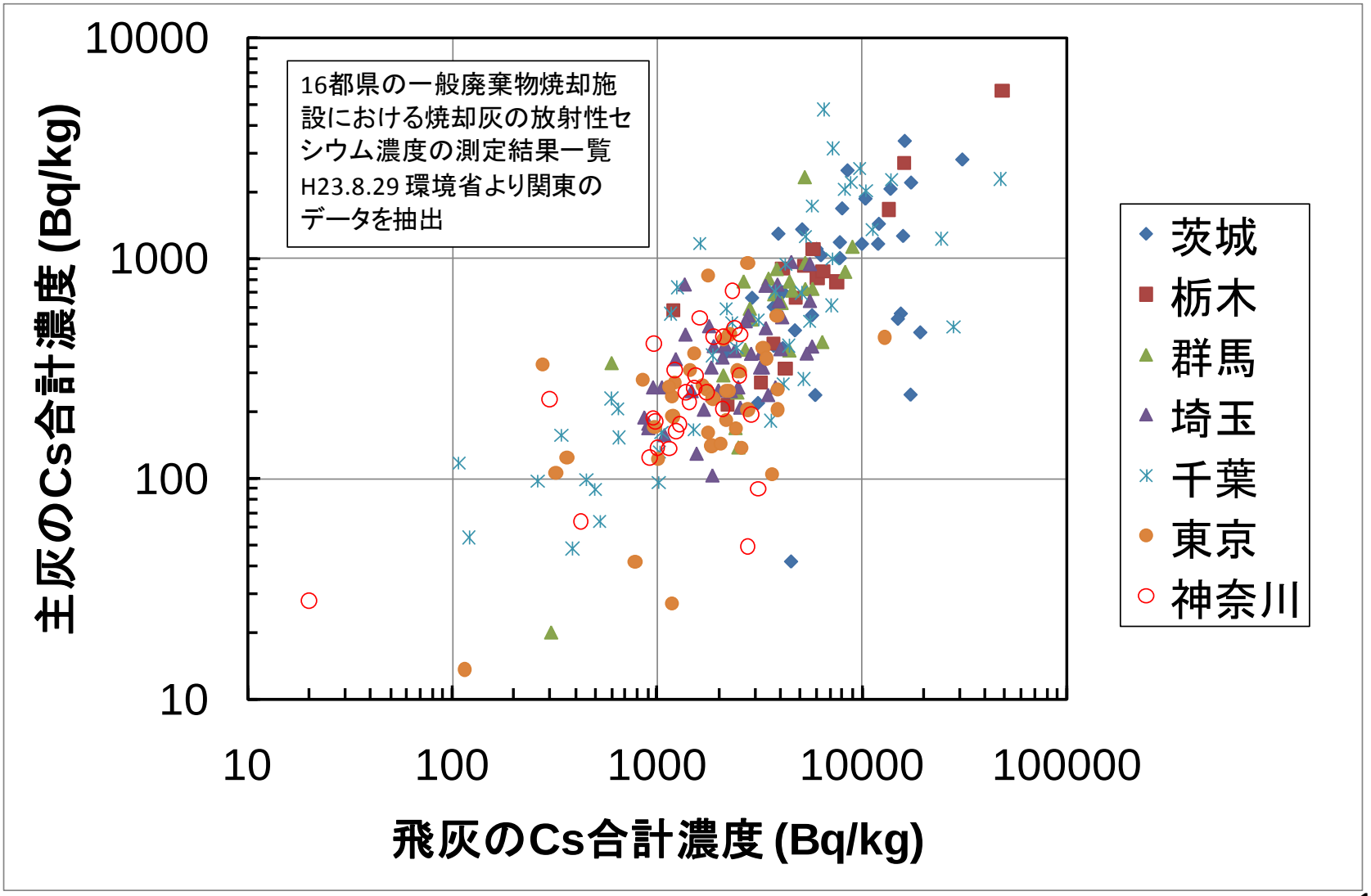


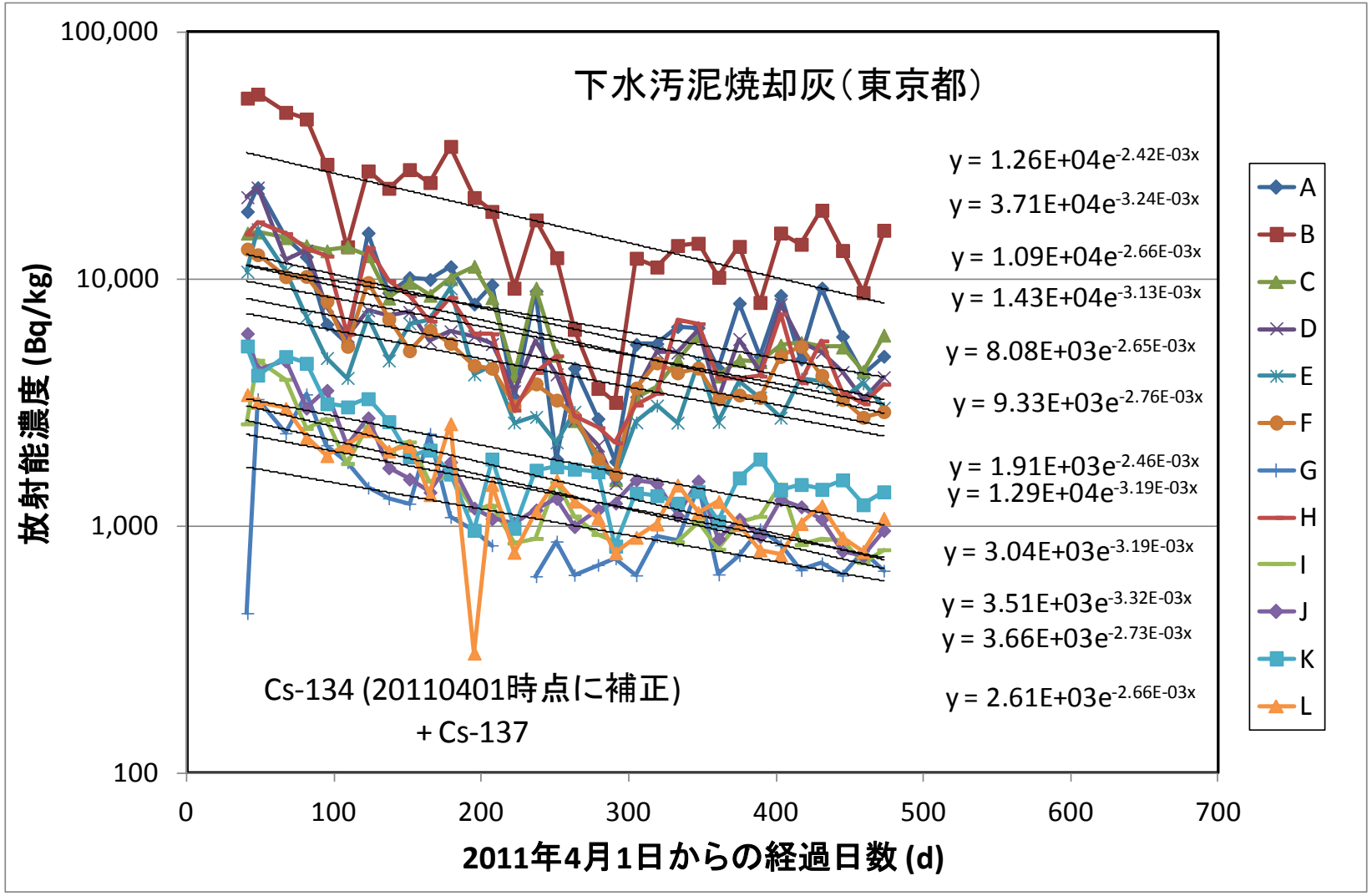
図5　河川水中の Sr-90 濃度/Cs-137 濃度比

http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r98520000023nbs-att/2r98520000023ng2.pdf

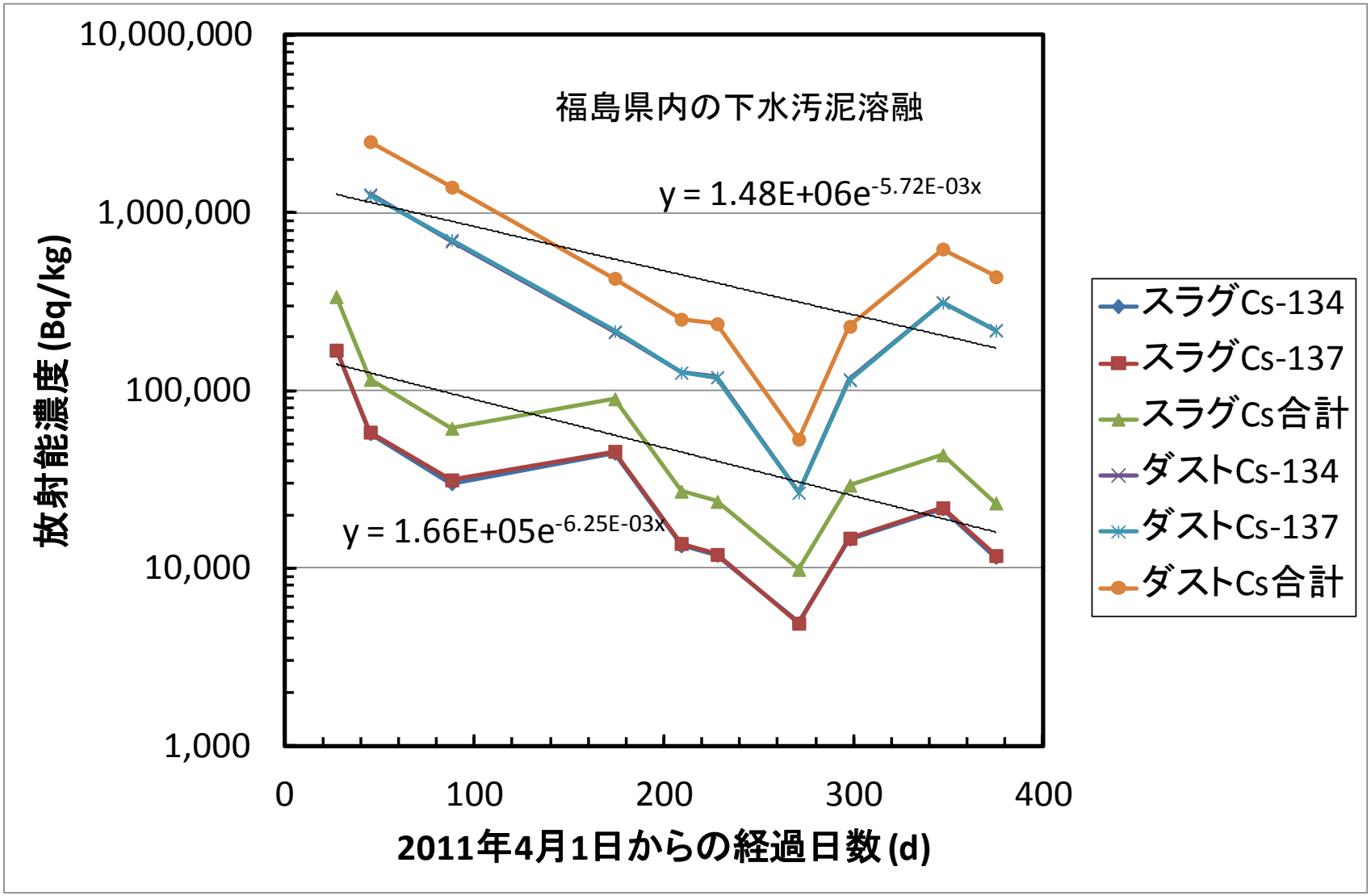
一般ごみ焼却灰中の放射能濃度



下水汚泥焼却灰の放射能濃度の経時変化(1)



下水汚泥焼却灰の放射能濃度の経時変化(2)



発電所廃棄物と汚染廃棄物の違い

	発電所廃棄物	汚染廃棄物
発生量（万トン）	～40（ピット処分対象）	56＋8（特定廃棄物） ～3000（除染土壌等）
放射性物質	C-14, Co-60, Ni-63, Sr-90, Cs-137, α核種，その他	Cs-134, Cs-137
Cs-137の 濃度区分	クリアランス 100Bq/kg トレンチ上限 100,000 Bq/kg ピット上限 1E+11 Bq/kg	8,000 Bq/kg 100,000 Bq/kg
廃棄物形態	固体状 容器に固型化	粉体や土壌 －＞そのまま又は固化
処分形態	トレンチ処分 ～50年管理 ピット処分 ～300年管理	管理型 遮断型
処分場	ピット処分： 六ヶ所 トレンチ： サイトごとに検討 天然バリアで閉じ込め	国，各市町村 一般公衆に近接 管理放出又は閉じ込め
処分方法	廃棄物で処分方法を最適化	既存の処分方法に追加

安全確保の当面の考え方について

- 処理・輸送・保管に伴い、周辺住民の受ける線量が1mSv/年を超えないようにするとともに、処理施設等の周辺環境の改善措置を併せて行うことにより、周辺住民が受ける放射線の量を抑制するように特段の配慮が必要である。

- 処理等を行う作業者が受ける線量についても可能な限り1mSv/年を超えないことが望ましいが、比較的高い放射能濃度の物を取り扱う工程では、「電離放射線障害防止規則」を遵守する等により、適切に作業者の受ける放射線の量の管理を行う必要がある。

- 処分の安全性は、処分施設の管理期間終了以後、周辺住民のける線量が、基本シナリオに基づく評価において10μSv/年以下であり、変動シナリオに基づく評価が300μSv/年以下であるとの「めやす」に基づき判断する。

「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の影響を受けた廃棄物の処理処分等に関する安全確保の当面の考え方について, 平成23年6月3日, 原子力安全委員会」より抜粋

8,000Bq/kg を超え100,000Bq/kg 以下の焼却灰等の処分方法に関する方針（平成23年8月31日環境省）

8,000Bq/kgを超え100,000Bq/kg以下の焼却灰等の処分方法の概要

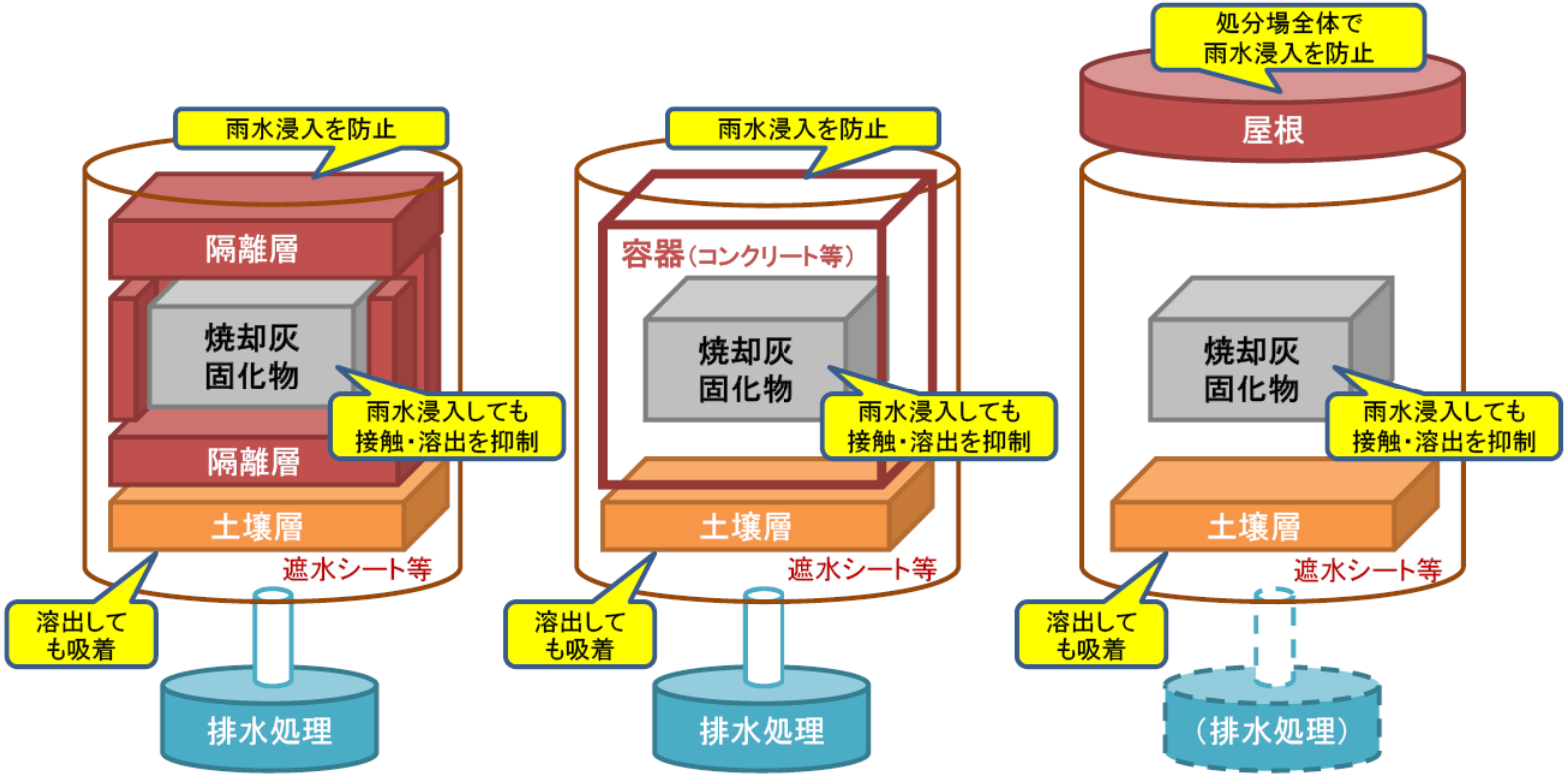
【一般廃棄物最終処分場（管理型最終処分場）での処理イメージ】

以下の1）～3）のいずれかによる。

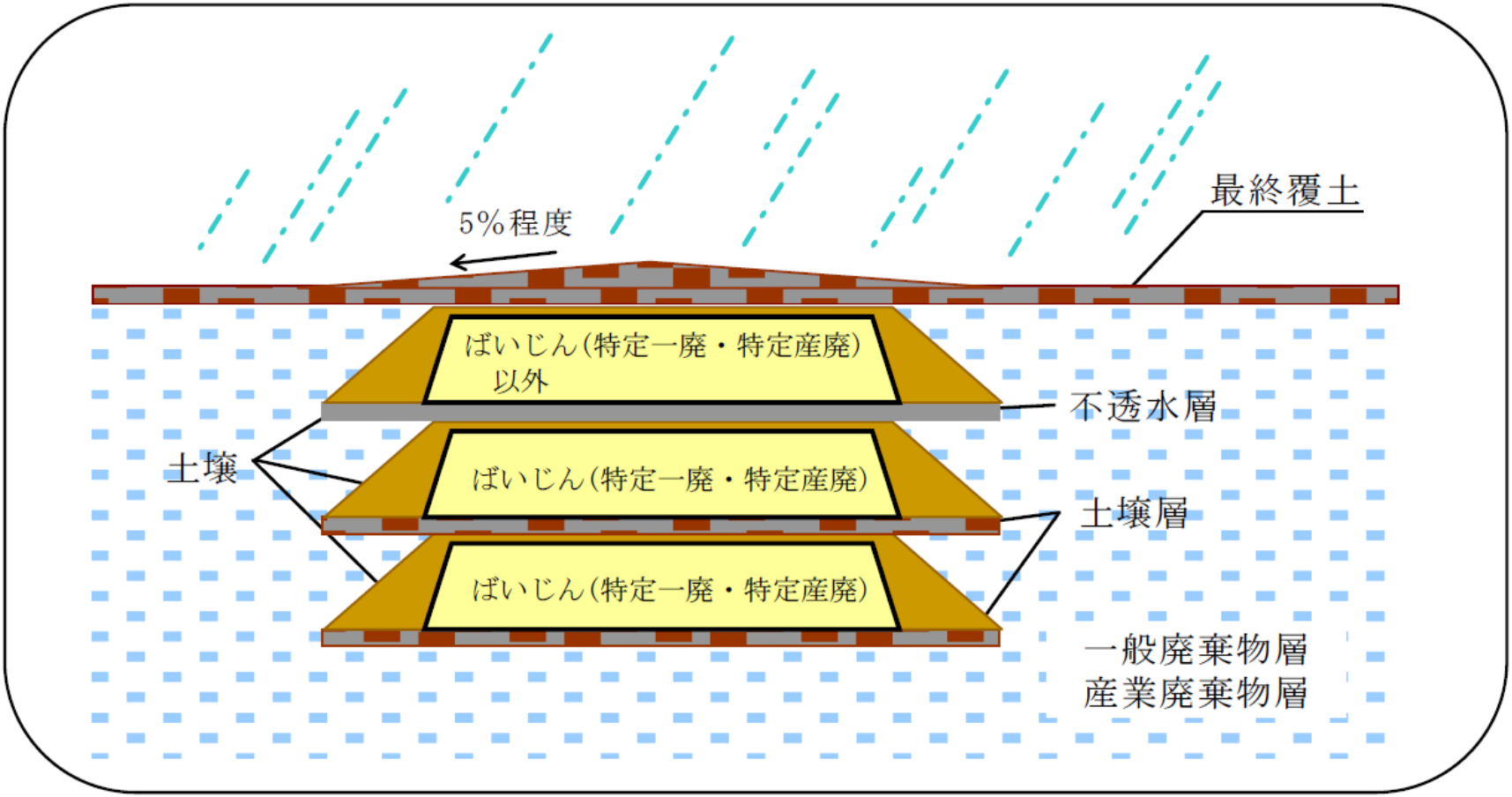
1）隔離層の設置による埋立て

2）長期間の耐久性のある容器等による埋立て

3）屋根付き処分場での埋立て



埋立処分の措置イメージ図



環境省廃棄物関係ガイドライン
第二部特定一般廃棄物・特定産業廃棄物ガイドライン(平成23年12月第1版)より

埋立処分の安全評価

シナリオ	被ばく経路	線源	線量 (μSv/y)/(Bq/g)
操業	積み下ろし作業	廃棄物（トラック）	28
	運搬作業	廃棄物（トラック）	62
	埋設作業	廃棄物（処分場）	97
跡地利用	建設作業	廃棄物＋覆土50cm	13
	居住	廃棄物混合土壌	88 (120)
	農耕作業	廃棄物混合土壌	15
	農作物摂取	混合土壌農作物	4.8 (2.2)
	畜産物摂取	混合土壌畜産物	5.1 (2.7)
	公園利用	廃棄物＋覆土50cm	0.046 (0.060)
地下水移行	飲料水摂取	井戸水	0.094 (0.014)
	農耕作業	井戸水灌漑土壌	0.092
	農作物摂取	灌漑土壌農作物	0.22 (0.09)
	畜産物摂取	灌漑土壌畜産物	0.21 (0.11)
	畜産物摂取	井戸水畜産物	0.013 (0.0066)
	養殖淡水産物摂取	井戸水養殖魚	0.054 (0.023)

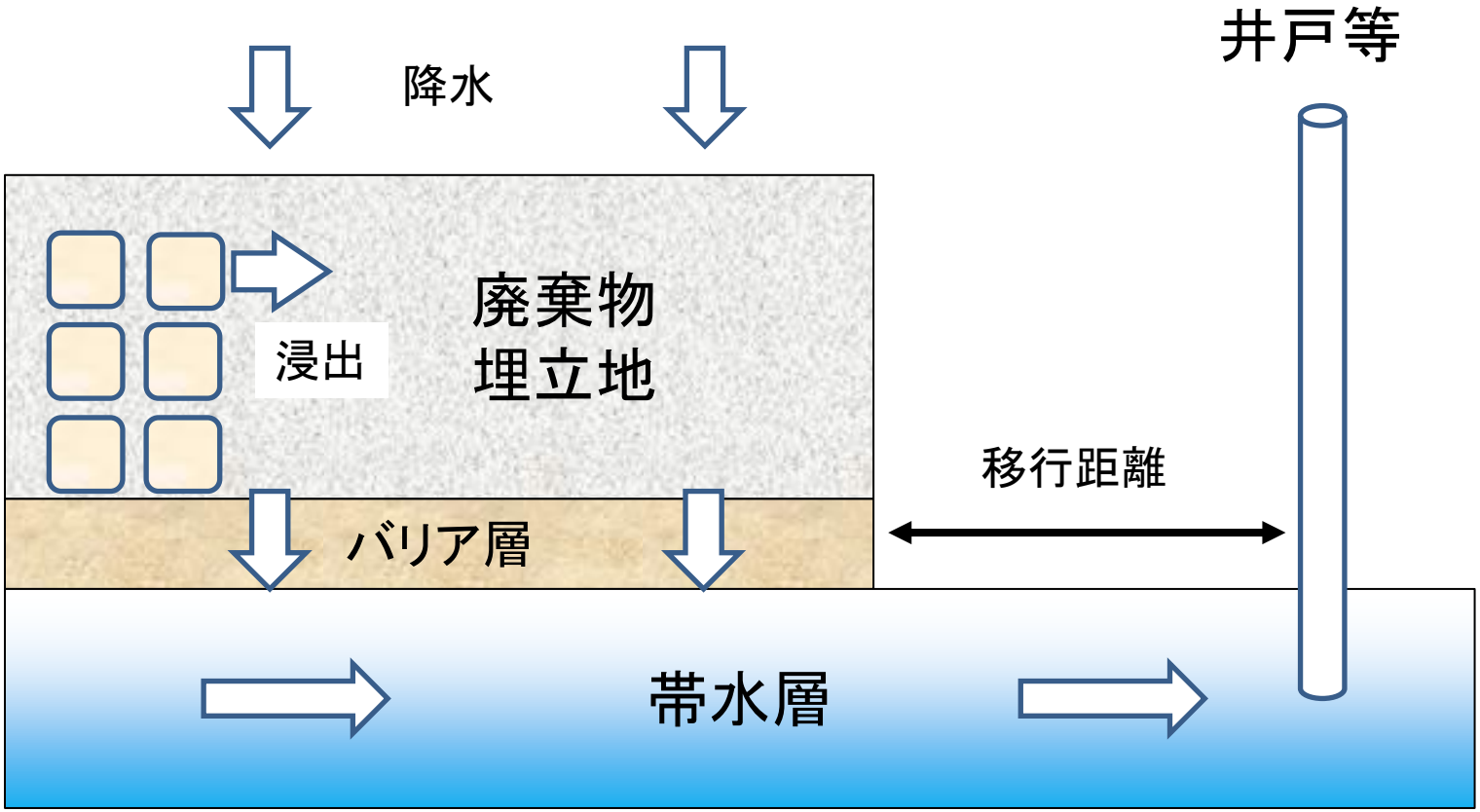
（ ）内は子ども

環境省，災害廃棄物安全評価検討会第3回資料4，「福島県の浜通り及び中通り地方（避難区域及び計画的避難区域を除く）の災害廃棄物の処理・処分における放射性物質による影響の評価について，平成23 年6 月19 日，日本原子力研究開発機構安全研究センター」に基づき作成

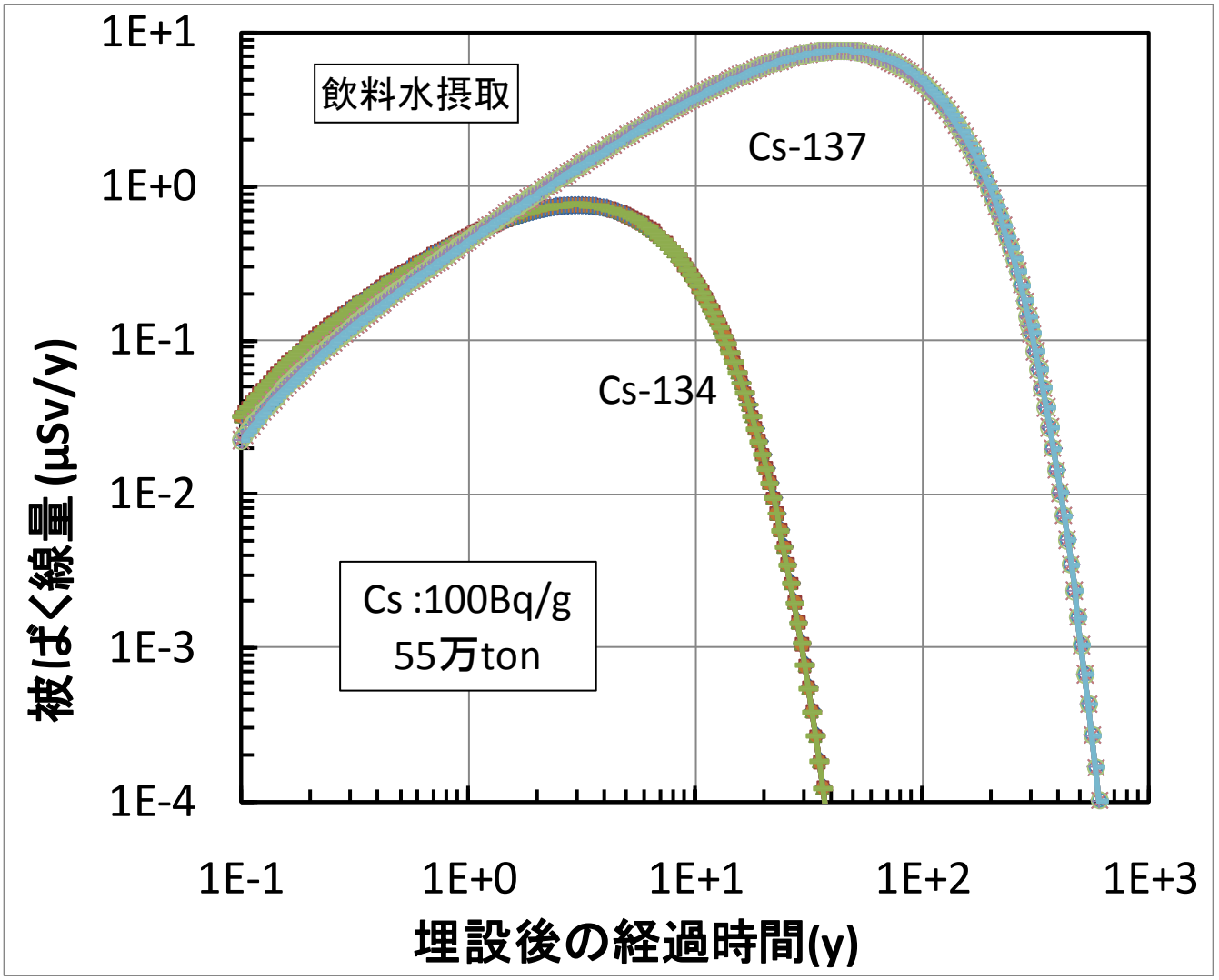
Cs-134、Cs-137からの被ばく

項　目	Cs-134	Cs-137
吸入摂取作業者 (Sv/Bq)	9.6E-9	6.7E-9
経口摂取作業者 (Sv/Bq)	1.9E-8	1.3E-8
吸入摂取成人 (Sv/Bq)	6.6E-9	4.6E-9
吸入摂取子供 (Sv/Bq)	7.3E-9	5.4E-9
経口摂取成人 (Sv/Bq)	1.9E-8	1.3E-8
経口摂取子供 (Sv/Bq)	1.6E-8	1.2E-8
外部被ばく半無限 ((μSv/h)/(Bq/g))	0.47	0.17
外部被ばく5cm×100mφ ((μSv/h)/(Bq/g))	0.24	0.086
外部被ばく5m×1.5m ((μSv/h)/(Bq/g))	0.15	0.054
外部被ばく 50cm覆土（ρ=1.5) ((μSv/h)/(Bq/g))	0.0019	0.00056
排水基準 (Bq/L)	60	90
クリアランスレベル (Bq/kg)	100	100
RI定義濃度と量 (Bq/kg, Bq)	10000	10000

地下水移行の評価モデル

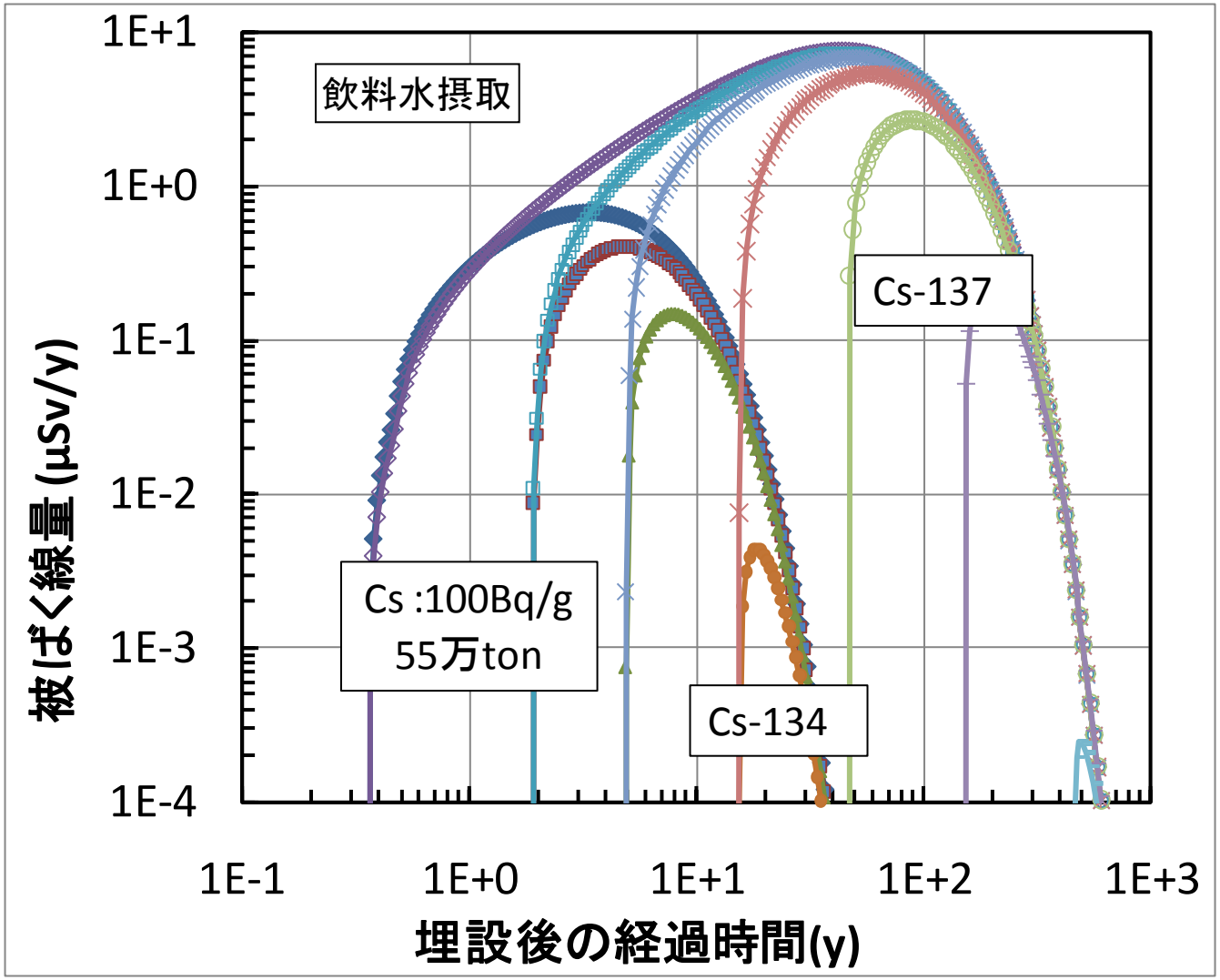


埋立処分(トレンチ)



分配係数
(ml/g)
焼却灰 : 62.3
隙間土壌 : 62.3
帯水層 : 270

埋立処分　バリア層設置



バリア層
30cm

分配係数
(ml/g)
0
1
3
10
30
100
300

汚染廃棄物処分の安全確保

- 放射能濃度の制限／濃度に応じた処分方法
- 居住等の跡地利用の制限
  - 濃度に応じた管理期間
- 低濃度廃棄物と高濃度廃棄物の分離
- バリア層の設置／廃棄物の固化
- 廃棄物層・バリア層の吸着性の確保
  - 塩類等の含有物との分離
  - 隙間の充填材
- 敷地境界／公共水域からの距離の確保
  - スカイシャイン
  - 地下水移行