



災害廃棄物等の 放射能汚染状況の調査

平成23年12月22日

独立行政法人 原子力安全基盤機構
廃棄物燃料輸送安全部

下記の分野に関する安全確保に関する調査・試験・研究（安全研究）、情報の収集・整理及び提供並びに安全性に関する解析及び評価

- 原子力施設の廃止措置に係る安全確保
- 原子力施設の運転、廃止措置によって発生する放射性廃棄物の管理・処分（高レベル放射性廃棄物、低レベル放射性廃棄物）
- クリアランスに関する安全確保
- 核燃料サイクル施設に関する安全確保
- 使用済燃料中間貯蔵に係る安全確保
- 放射性物質の輸送に係る安全確保

福島第1原子力発電所の事故に対する これまでの対応状況



通常業務で得られた技術を活用し、オフサイトでの現地ニーズへ対応

1. クリアランスに関する事業で整備した現場での放射能濃度測定技術の活用

- ・ 災害廃棄物の放射能汚染状況の調査

2. 原子力施設の被ばく評価技術の活用

- ・ 警戒区域から持ち出された車の整備による整備士の外部被ばく線量評価に関する調査

1. 調査内容

- 福島県の警戒区域外の災害廃棄物の仮置場における災害廃棄物放射能濃度の測定を行い、災害廃棄物の処理の支援
- 調査地点は、2段階で実施
 - ① 種々の空間線量の高い地域、低い地域から幅広く選定
 - ② 空間線量の高い地域を重点
- 現場での放射能測定では、クリアランスの業務で整備したin-situ放射線測定技術を活用

2. 調査結果

- 空間線量と放射能濃度には相関あり
- 警戒区域(計画的避難区域を含む)以外の仮置場の災害廃棄物の放射能濃度は国が処理を行う指定廃棄物となる基準である8,000Bq/kg以下であることを確認

本調査結果は環境省及び原子力安全・保安院に報告するとともに、
機構ホームページで公開

警戒区域から持ち出された車の整備による整備士の外部被ばく線量評価に関する調査



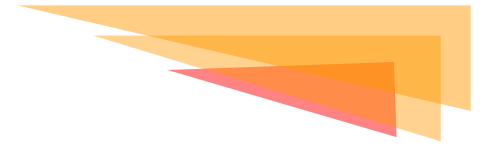
1. 調査内容

- 警戒区域から持ち出された車に関し、車の汚染状況を調査して車の整備士の被ばく量を評価
- 車の汚染状況については、機構にて調査を行うとともに、東京電力が実施した調査結果、日本自動車整備振興会連合会が取りまとめ調査結果等を利用
- 汚染状況に基づく整備士の被ばく評価では、原子力施設の被ばく評価のために整備してきた技術を活用

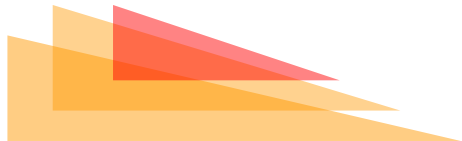
2. 調査結果

- 警戒区域から持ち出された車の整備による被ばく線量は1mSv／年以下

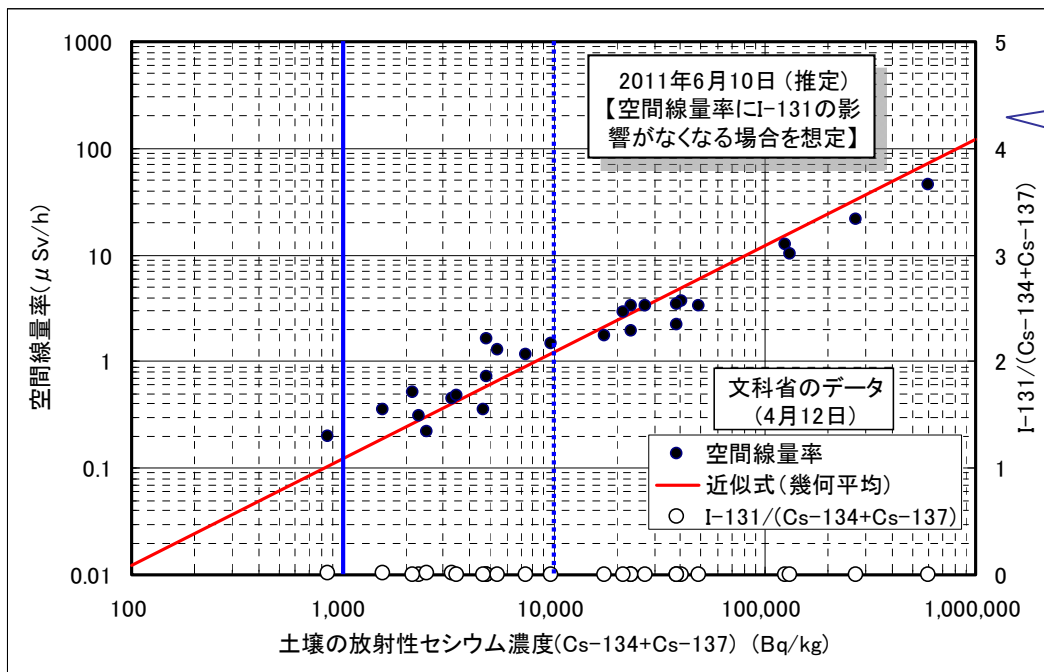
本調査結果は、原子力災害現地対策本部に報告するとともに、機構ホームページで公開



災害廃棄物の 放射能汚染状況の調査



- 福島第一原子力発電所の事故で放出された放射性物質で汚染された災害廃棄物は汚染度合いに応じた対応が必要である
- 当初、原子力発電所周辺のモニタリングでは、空間線量率と土壌の放射能分析の結果だけが知られている状況であった
- 災害廃棄物の放射能濃度を直接測定するとともに、空間線量率との相関関係があるかどうか検討した



空間線量率と土壌の放射能濃度には相関があることを確認。

災害廃棄物の放射能濃度も空間線量率の高いところは高くなると推定されるが、廃棄物の種類も様々で、一概には確認できない。

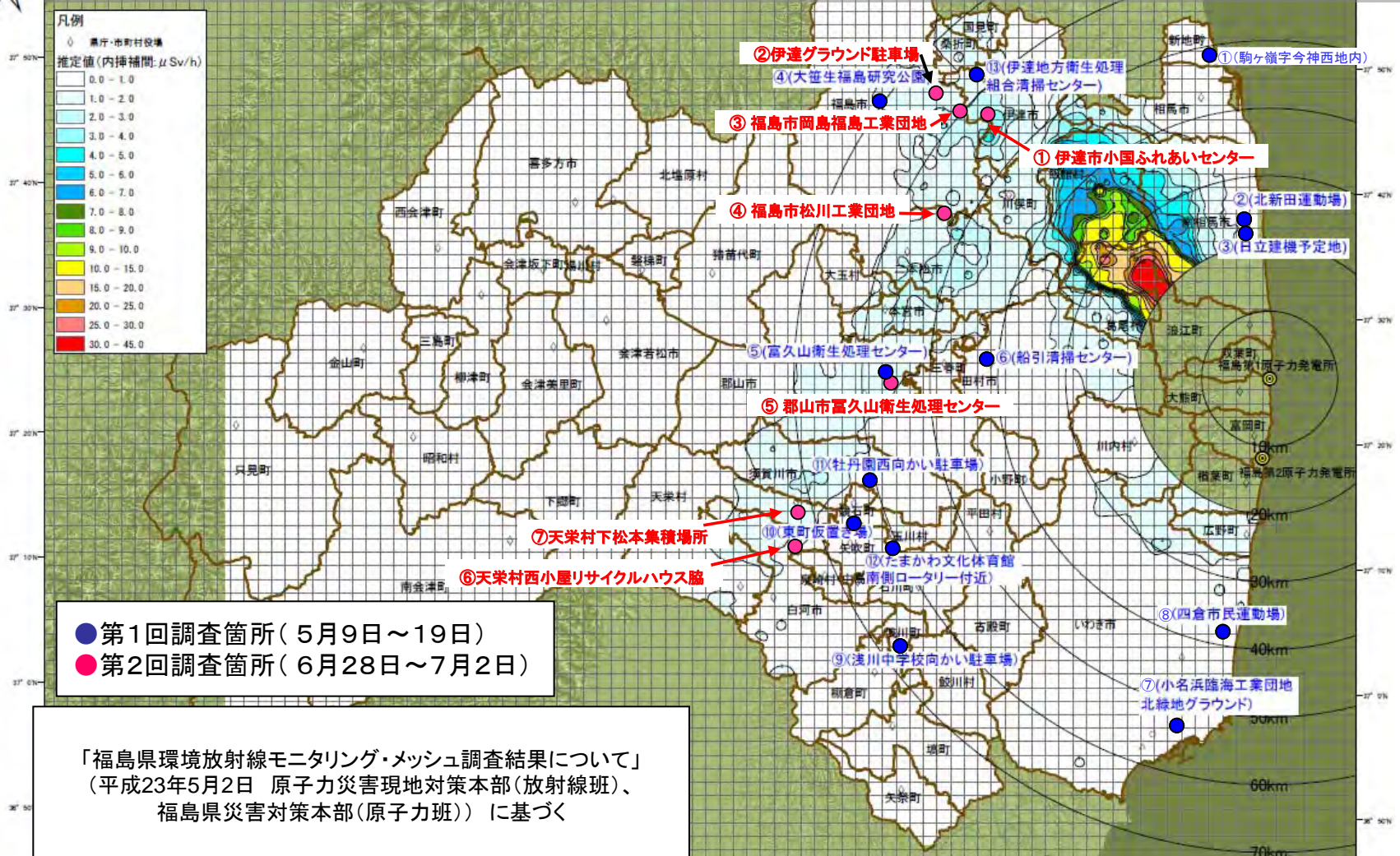
災害廃棄物を実際に測定し確認

空間線量率と土壌の放射性セシウム濃度の関係

■調査対象: 福島県内の災害廃棄物仮置場

空間線量率が高い地域から低い地域まで、幅広い地域から選定

- 第1回調査箇所(13地点) : (福島県が策定した空間線量率マップに基づき、空間線量率の高い所、低い所より選定)
- 第2回調査箇所(7地点) : (環境省調査において、空間線量率で $0.9 \mu\text{Sv/h}$ より高い災害廃棄物仮置場を選定)



■放射能濃度測定対象

仮置場に集積された災害廃棄物のうち物量が特に多いもの

- ・木質系廃棄物(家具類、家屋構成物)
- ・瓦
- ・コンクリート類



■測定方法

可搬型Ge(ゲルマニウム)半導体
検出器による γ 線分析システム

〔核種を弁別可能〕

天然に存在する放射性核種と、事故に
より放出された放射性核種を区別する

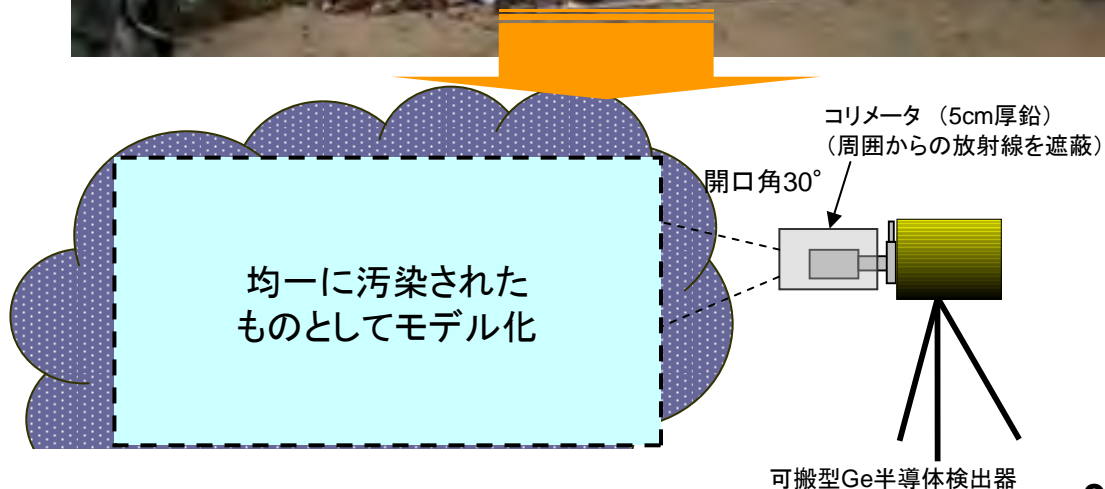
〔現場での放射能濃度定量が可能〕

対象物を簡易的にモデル化すること
により短時間で放射能濃度を導出

- Ge半導体検出器により災害廃棄物から出ている放射線を核種ごとに測定
- 対象物をモデル化して放射線測定値(cps)から放射能濃度(Bq/kg)に換算

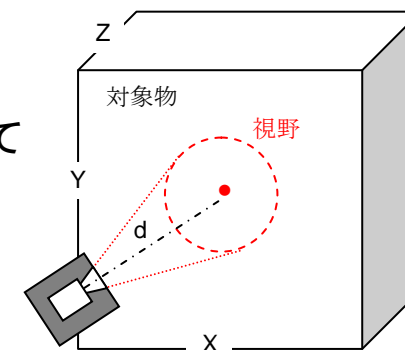


- 遮蔽体とコリメータ: 検出器の側部と後部は厚さ5cmの鉛遮へい体で囲われ、検出器前部には円形コリメータ(開口角 30°)

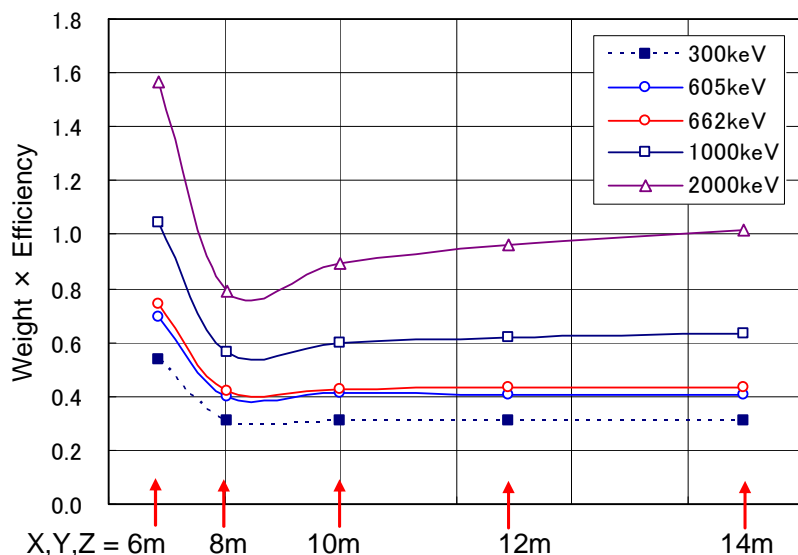


放射能濃度導出の背景

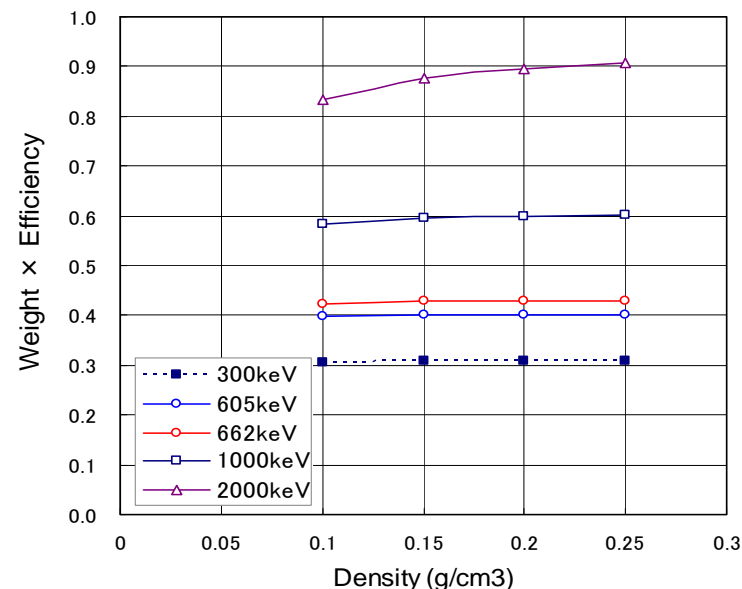
- 対象物は汚染された後に同一地域から集積されていることから対象物は均一に近い状態で汚染されていると考えられる。
- 対象物の形状、密度、対象物と検出器の間の距離が不明確であっても、次の場合には、放射能濃度(Bq/g)に対する検出効率(Weight × Efficiency)はほとんど変化しないという特徴がある。



- γ 線エネルギーがそれ程高くないこと。
I-131 (約360keV)、Cs-134 (約600keV)、Cs-137 (約660keV)
- 対象物断面がコリメータ視野よりも大きいこと。

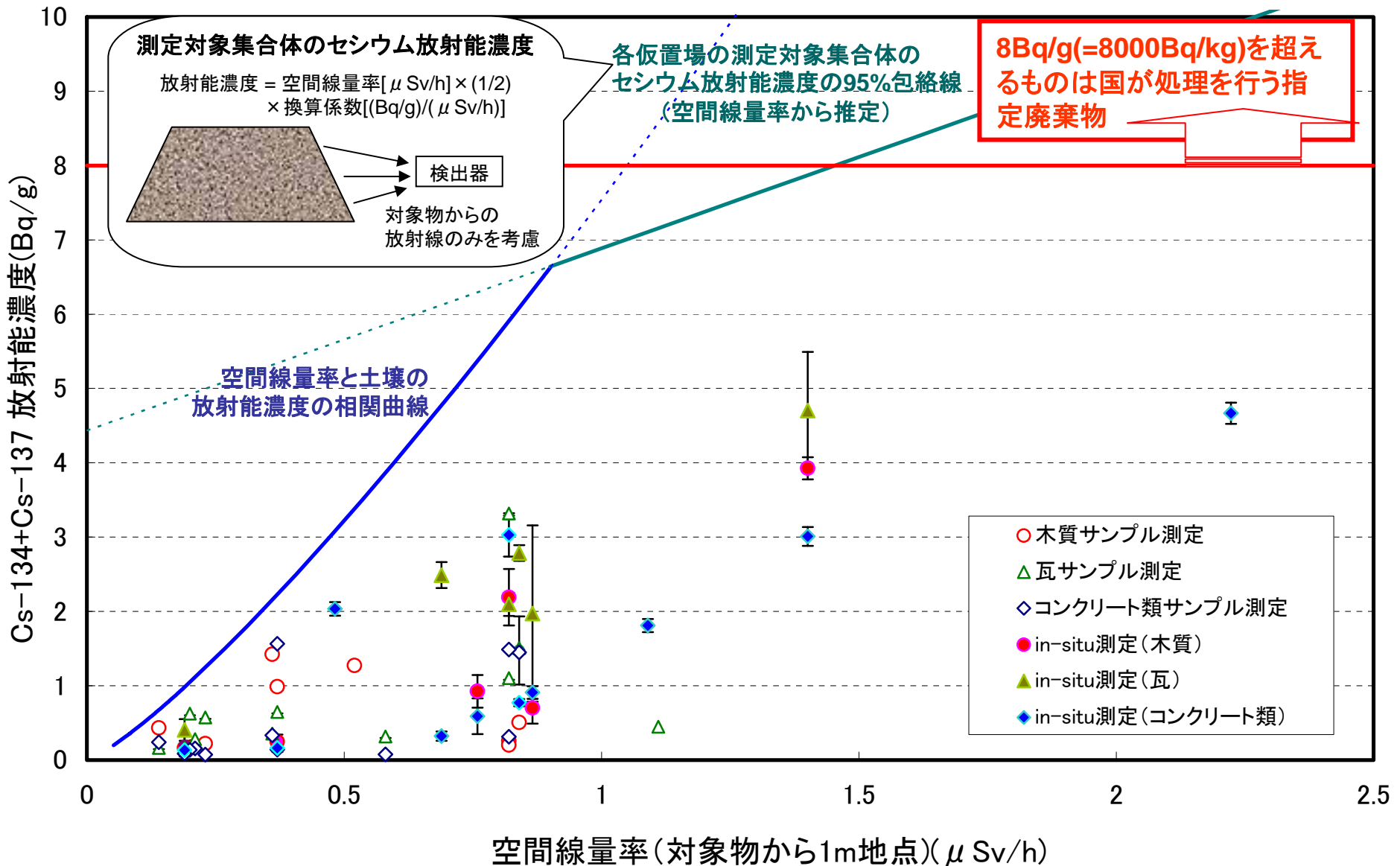


対象物サイズと検出効率 (重量×効率) の関係
d = 5m、密度 = 0.2g/cm³



対象物の密度と検出効率 (重量×効率) の関係
d = 5m、X=Y=Z=10m

災害廃棄物の放射能濃度測定結果

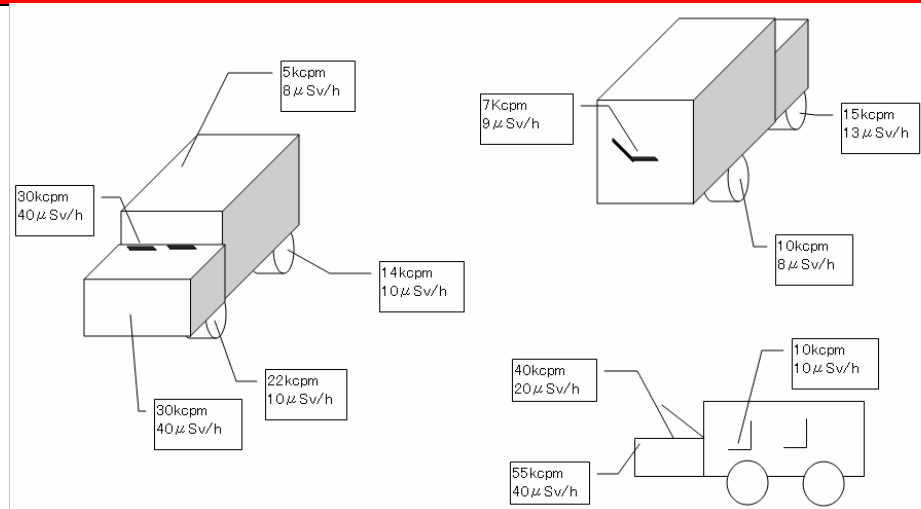


- 福島県内の20カ所の災害廃棄物の仮置場において、災害廃棄物集合体の放射能濃度を測定・評価
- 災害廃棄物集合体の放射能濃度は、福島県内の土壌モニタリングデータと、災害廃棄物周辺の空間線量率測定データに基づいて整理した空間線量率と災害廃棄物の放射能濃度の相関関係に包絡
- この相関関係を用いると、警戒区域(計画的避難区域を含む。)以外の仮置場の災害廃棄物の放射能濃度は8000 Bq/kg以下と推測
- 今回検討した空間線量率と災害廃棄物の放射能濃度の相関関係については、警戒区域内等のより高い空間線量率を示す地域に対しては、その地域の災害廃棄物の放射能濃度についての追加調査を実施のうえ、適宜見直しが必要

警戒区域から持ち出された車の整備 による整備士の外部被ばく線量評価 に関する調査

1. 警戒区域から持ち出された車の汚染状況(部位毎の汚染状況も含む)の調査
2. 汚染状況データ(cpm)から被ばく量(μ Sv/hr)への換算係数を設定
3. 警戒区域内の車の台数等より、警戒区域から持ち出された車の整備に要する時間を評価
4. 上記の結果を基に、車の整備士が警戒区域から持ち出された車による被ばく量を評価

	東京電力 Jヴィレッジ調査		現地対策本部 車持ち出し調査	
	サーベイ数	13kcpm～100kcpm (GMサーベイメータによる計 数率)	サーベイ数	13kcpm～100kcpm (GMサーベイメータによる 計数率)
9/15までの期間	17,524 (7月～9/15)	1,796 (7月～9/15)	4,206 (6月～9/15)	1,162 (6月～9/15)
9/16以降の汚染分布	すべての車両が13kcpm未満			
汚染状況	汚染の高い車は内部も汚染		車の外表面汚染が主体	

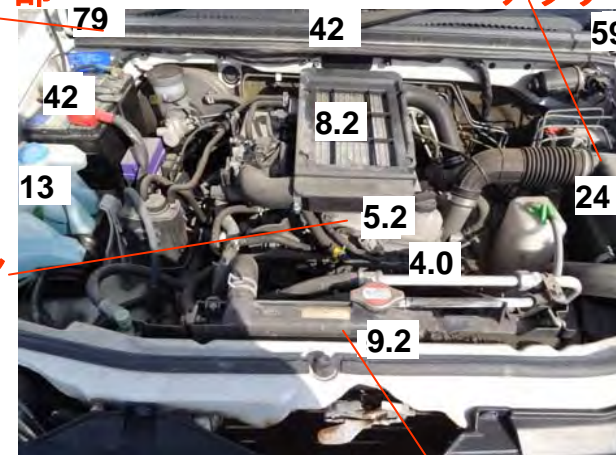


エンジンルーム内の汚染状況

NaIシンチレーションサーベイメータによる測定(μSv/h)

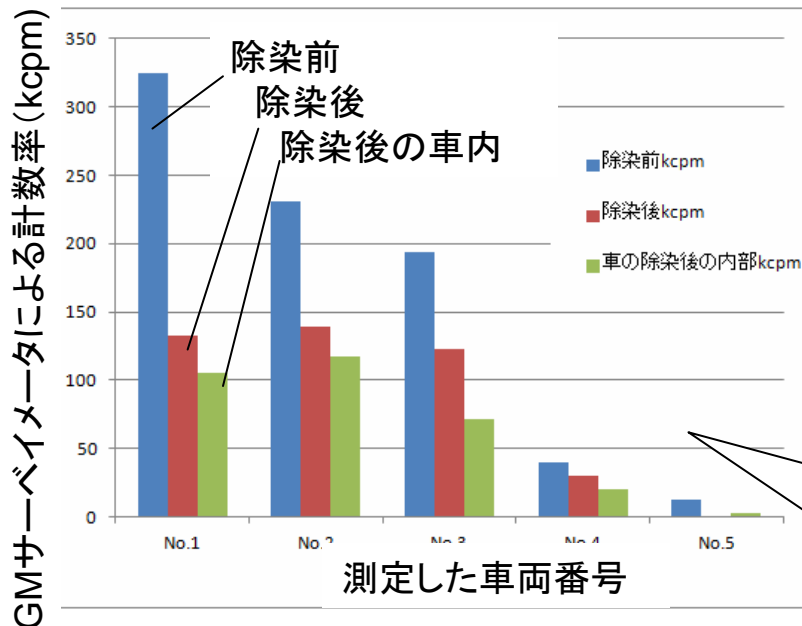
雨どい部

エアクリーナ



エンジン

ラジエータ

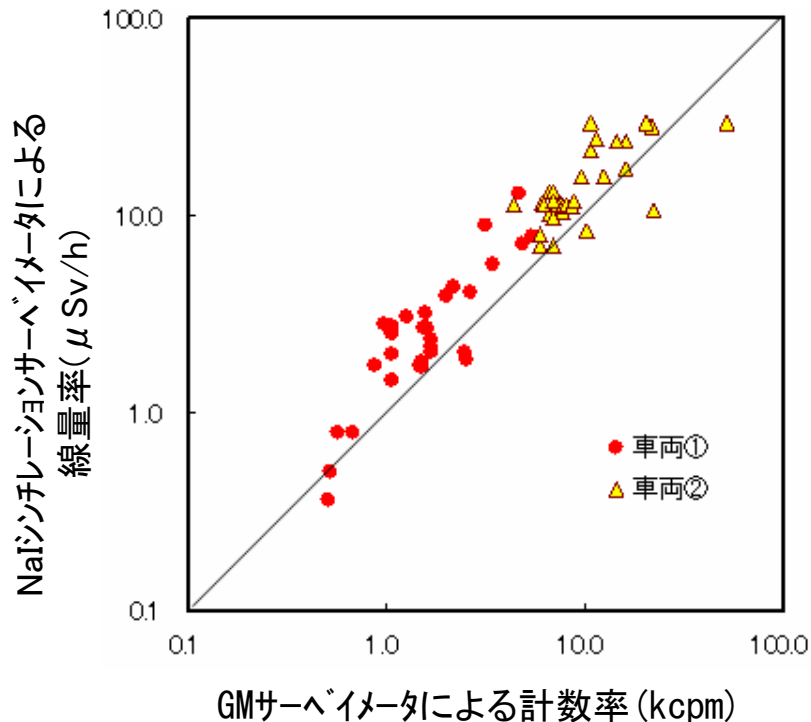


車の表面と、ラジエータ、エアクリーナ、雨どい部、ワイパー、ゴム部、タイヤハウスに汚染が集中

除染により表面の汚染を除去。

除染による表面汚染の除去

GMの計数率とNaIの線量率の関係

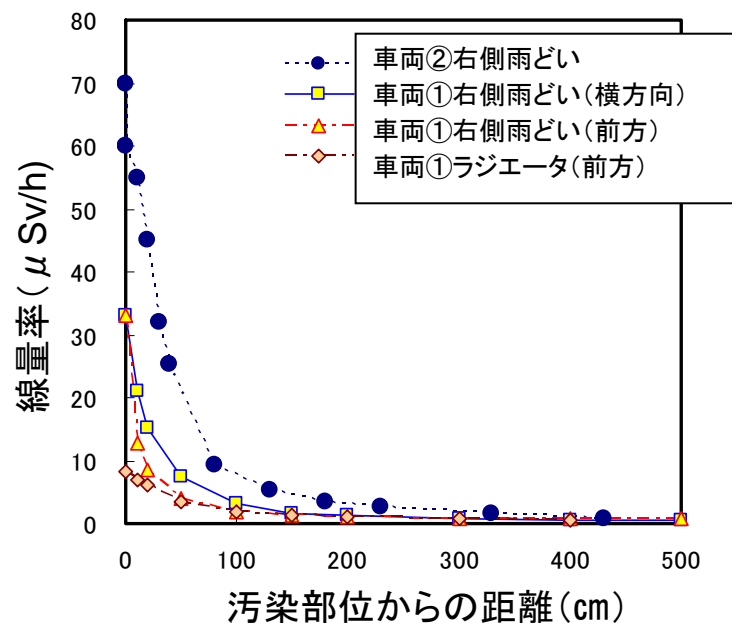


GMの計数率とNaIの線量率に相関関係。

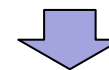


GMの計数率に γ 線の寄与が多く含まれている

汚染部位からの距離による線量率の低下

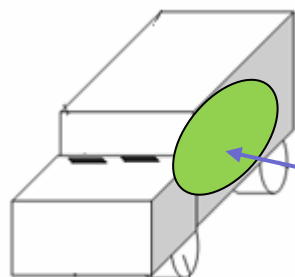


汚染部位から離れると急激に線量率が低下する。

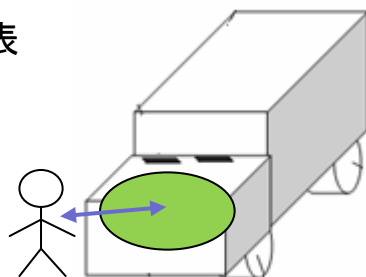


作業時の距離の考慮が重要

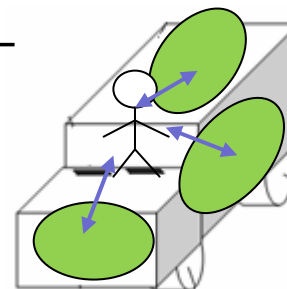
作業毎の離隔距離、作業時間、線量への換算係数の設定



車体外表面汚染



エンジンルーム部汚染



車内作業

汚染対象の大きさ	汚染部位からの距離(cm)	表面汚染に関するGM計数率から空間線量率の換算係数 ($\mu\text{Sv/h}/\text{kcpm}$)	作業時間割合(%)			
			車外作業 (足回り、下回り)	エンジンルーム部作業	車内作業	作業準備
車体外表面汚染 (2m × 2m)	1	1.87E-01				
	50	3.56E-02 (約20%)	30			
	200	1.63E-03 (約10%)				20
エンジンルーム部汚染 (2m × 2m)	1	6.60E-01				
	20	2.64E-01 (約40%)		20		
	50	1.32E-01 (約20%)		20		
	200	6.60E-02 (約10%)				
車内作業 乗用車全体 (4.5m × 1.7m × 1.2m)	車内中心	1.07E-01			10	

エンジンルームの整備



- ・汚染車両の汚染レベルは、車全体がスクリーニングレベルで汚染されていたと仮定。
 - ・9月15日までは100kcpmで、9月16日以降は13kcpmでスクリーニング。
- ↓
- ・年間合計線量は356 μ Sv/年である。

単位時間当たりの外部被ばく線量換算係数 (μ Sv/h / kcpm)		1.14E-01
前半 (9/15 まで)	整備士の全作業時間 (h/年)	1,000
	警戒区域内から持ち出された車両の取扱い時間 (h/年)	60(6%)
	13kcpm未満の車両取扱い時間 (h/年)	42(70%)
	13kcpm~100kcpmの汚染車両の汚染割合 (h/年)	18(30%)
	合計被ばく線量 (μ Sv/年)	<u>267</u>
後半 (9/16 以降)	整備士の全作業時間 (h/年)	1,000
	警戒区域内から持ち出された車両の取扱い時間 (h/年)	1,000
	13kcpm未満の車両取扱い時間 (h/年)	60(100%)
	合計被ばく線量 (μ Sv/年)	<u>88.7</u>
年間合計線量 (μ Sv/年)		<u>356</u>

- 一時立入による持ち出し車両は外表面汚染が主である。一方、東京電力等の警戒区域で使用していた車両は、外表面汚染の他、エンジンルーム内部の汚染がある。
- 外表面の汚染については、ワイパー、タイヤ、ドアパッキンが特徴的に汚染されている。エンジンルーム内部については、ラジエータ、エアフィルタ、ワイパー排水口雨どい部等が汚染されている。
- 警戒区域から持ち出された車両の整備による整備士の外部被ばく線量は $356 \mu\text{Sv/年}$ である。
- 汚染車両の外表面がある程度除染され、長距離走向によりエンジンルーム部が主な汚染要因となる場合には、GMサーベイメータでは適切なスクリーニングが出来ない。このような場合には、NaIシンチレーションサーベイメータによる空間線量率測定も併用することが望ましい。