

# 警戒区域、計画的避難区域等における 除染モデル実証事業

平成24年2月21日

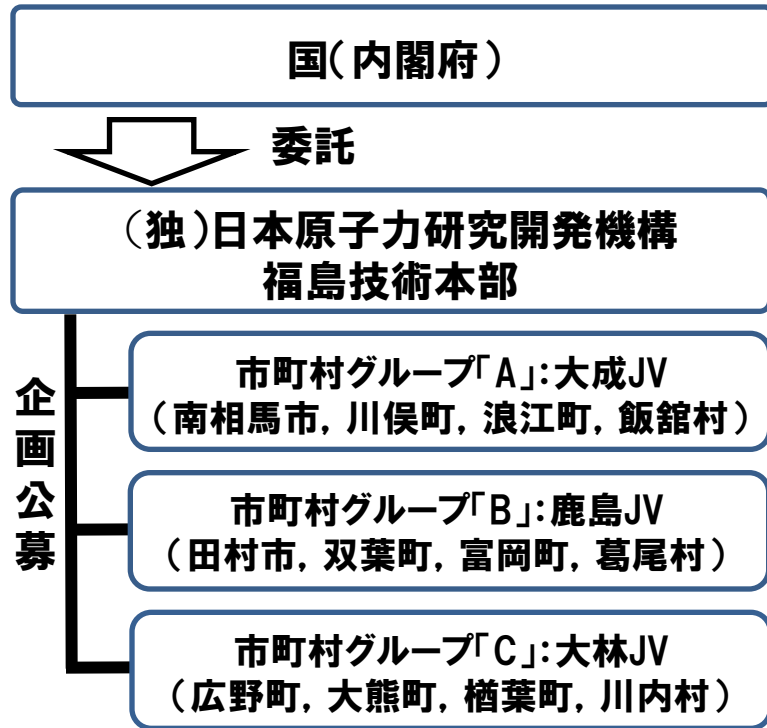
(独)日本原子力研究開発機構  
福島技術本部

# 事業の概要および実施体制

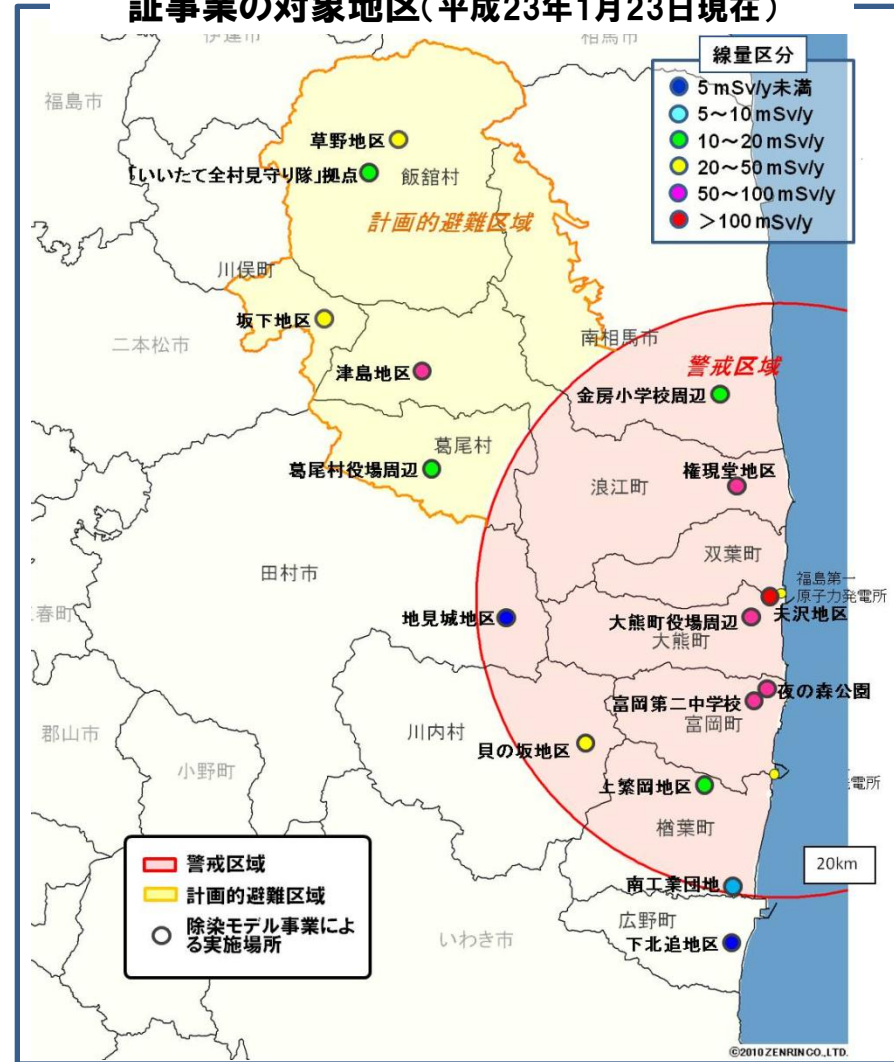
## 事業の概要

警戒区域、計画的避難区域等の12市町村を対象に、除染の効果的な実施のために必要となる技術の実証実験等を推進する。

## 事業の実施体制



## 警戒区域、計画的避難区域における除染モデル実証事業の対象地区(平成23年1月23日現在)



双葉町については、町より除染モデル事業の実施は見送る旨、連絡あり。

■ 各グループは、以下を含むように設定

➤ 様々な除染対象物:森林、農地、宅地、建造物、道路

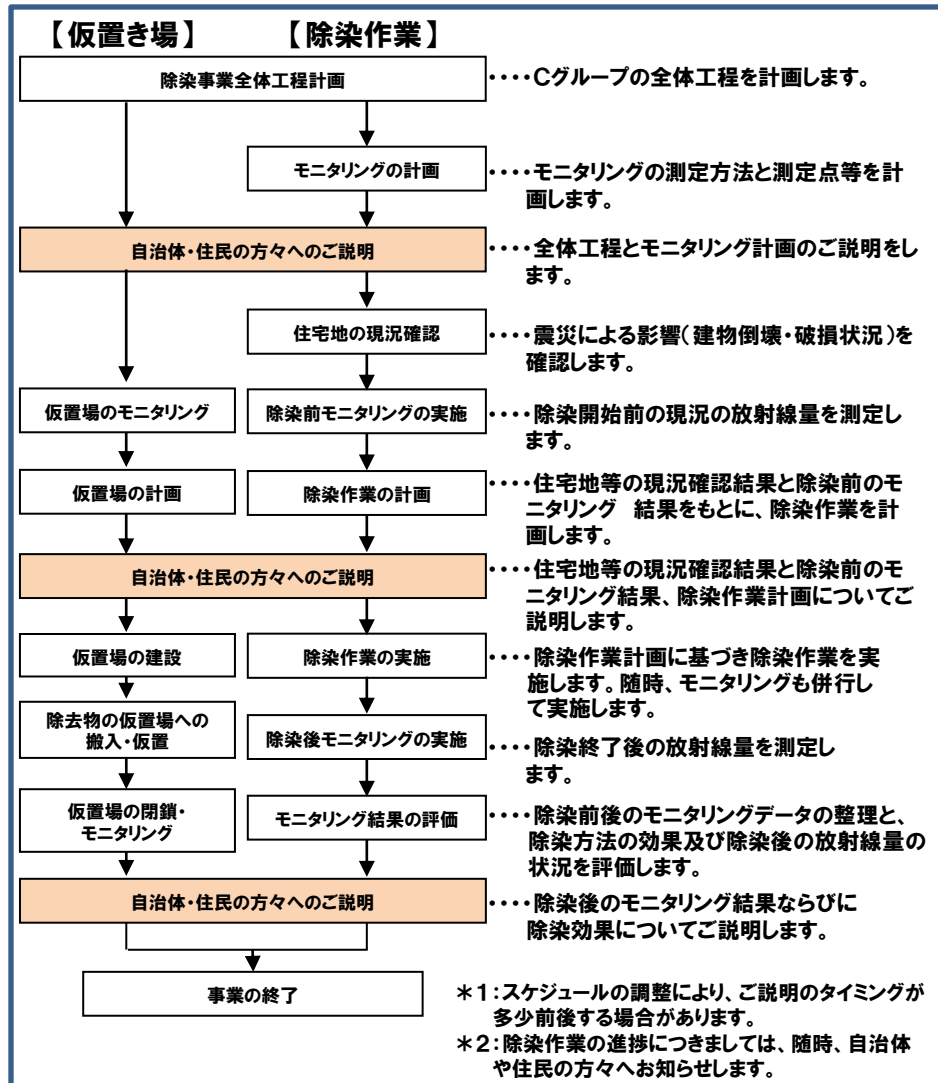
➤ 様々な線量率レベル:高(>100mSv/年)、中(20～100mSv/年)、低(5～20mSv/年)

# 各市町村の除染対象エリアの状況

グループ ／市町村		除染モデル実証事業 対象地区	除染対象(合計約209 ha)	
			主な構成要素・特徴	広さ
Aグループ	南相馬市	金房小学校周辺	農地、建造物(小学校)、道路、森林、宅地	約13 ha
	川俣町	坂下地区	森林、農地、道路、宅地	約11 ha
	浪江町	津島地区	建造物(中学校等)、森林、宅地、道路	約21ha
		権現堂地区	建造物(駅・軌道、図書館等)、民家、道路、農地	
	飯舘村	草野地区	建造物(製作所、いいたてホーム等)、農地、民家、宅地、森林、道路	約17 ha
		「いいたて全村見守り隊」拠点等		
Bグループ	田村市	地見城地区	農地、森林、宅地、道路	約15 ha
	葛尾村	役場周辺	森林、建造物(小学校、役場)、宅地、道路	約6 ha
	富岡町	夜の森公園	建造物(中学校、グラウンド等)、宅地、森林、道路(桜並木)	約12 ha
		富岡第二中学校		
	双葉町	—	—	—
Cグループ	広野町	下北追地区	建造物(役場、小・中学校、グラウンド)、宅地、森林、道路	約32 ha
	大熊町	役場周辺	建造物(役場、公民館、公園)、宅地、道路	約6 ha
		夫沢地区	農地、森林、宅地、道路	約13 ha
	楡葉町	上繁岡地区	農地、宅地、森林、道路	約4 ha
		南工業団地	建造物(工場等)、道路	約37 ha
	川内村	貝ノ坂地区	農地、森林、民家、道路	約22 ha

# 作業の進め方(Cグループの例)

## 除染モデル実証事業の流れ

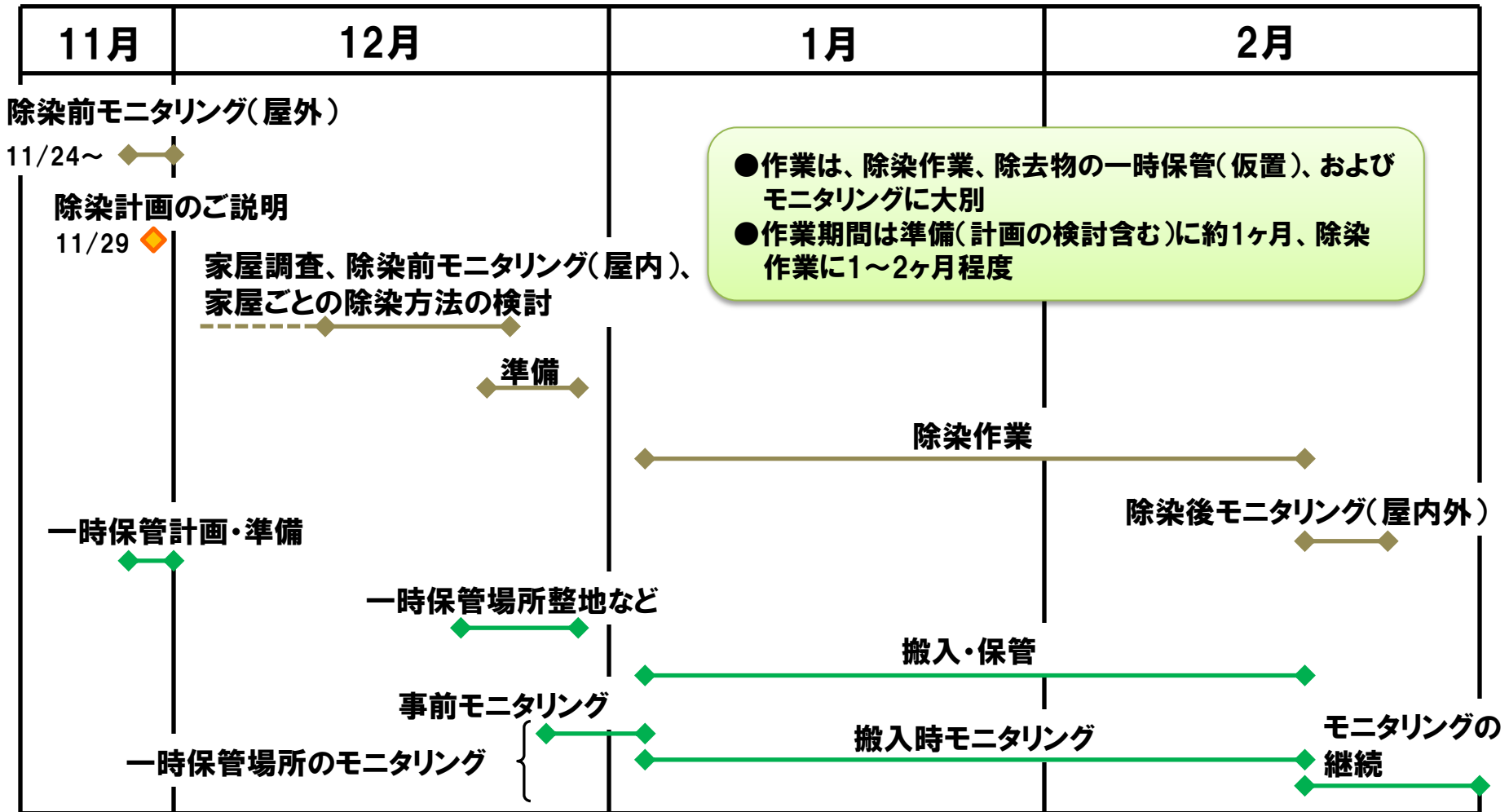


## 主な実施項目

- 空間線量を下げられることの確認
- 新技術を含めた、除染技術による除染効果・費用・除去物の種類と発生量の確認、減容技術の効果確認、作業者の被ばく線量と作業所要時間の確認
- 広域除染・高線量域除染・震災被災物除染の進め方の確認
- 放射線管理・安全管理の進め方の確認
- 土壌分離・除染水処理・焼却等の方法の適用性の確認
- 安全な仮置き方法、モニタリング方法の確認
- 除染に関する住民連携の推進



# 除染モデル実証事業のスケジュール(Bグループの一例)



# 実施する除染方法の例 ― 宅地・建造物の除染① ―

屋根：温水洗浄・温水高圧水洗浄

ソーラーパネルなど：セシウム高吸着  
スポンジ拭き取り

ベランダ：温水洗浄・温水高圧水洗浄

とい：たい積物除去・温水洗浄・  
温水高圧水洗浄

庭木：せん定・除去

庭土：はぎ取り(はぎ取り後、客土)

倉庫：温水洗浄・温水高圧水洗浄

芝：はぎ取り(はぎ取り後、客土)

コンクリート：温水洗浄・  
温水高圧水洗浄

砂利：すき取り・洗浄(すき取り後、客土)

インターロッキング・レンガ：  
電気カンナ・高圧水洗浄



# 実施する除染方法の例 ― 宅地・建造物の除染② ―

## 高圧水洗浄



側溝に堰を設けて洗浄水を回収

- 屋根や壁等は高圧水洗浄(1.5MPa程度)を用いる
  - ・ 温水洗浄機や回転ブラシ等を用いた場合の除染効果を評価
- 洗浄水は可能な限り回収し、ゼオライト処理により放射能を除去
  - ・ 洗浄水は側溝に堰を設けて回収
- 部分的に破損した屋根には、後述のスポンジやパックを利用



温水洗浄機



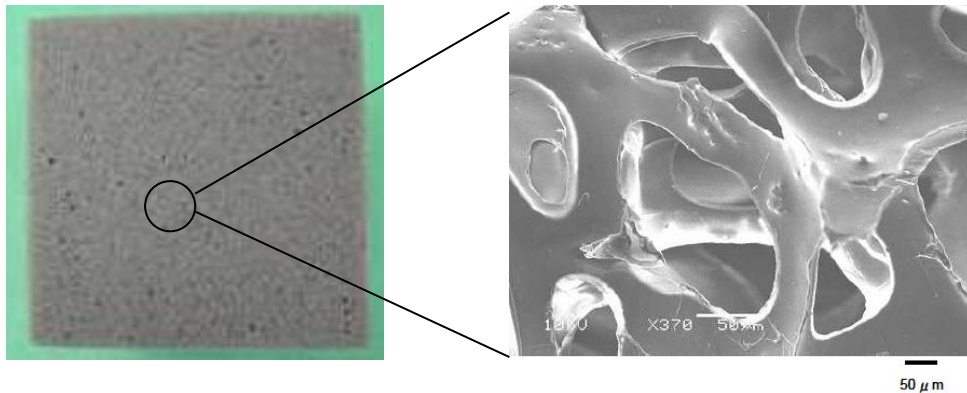
回転ブラシ



# 実施する除染方法の例 ― 宅地・建造物の除染③ ―

## セシウム高吸着スポンジ(フェロシアン化物フィルタ)による除去

使い方1) 破損した屋根、窓、形状の複雑な箇所などを拭き取り

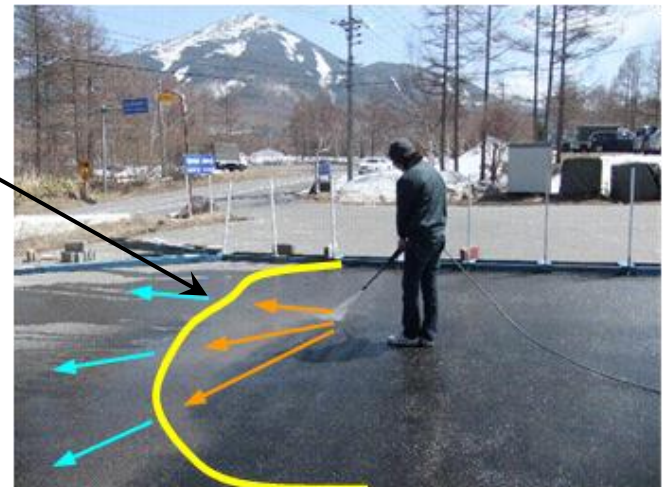


### ●特徴

- ・ナノスケール(超微小)の穴の中にセシウムが吸着
- ・絞っても、セシウムは出てこない
- ・紙タオルを使う場合に比べてごみが減ることを期待

使い方2) 堰を作って除染水に含まれたセシウムをブロック  
スポンジ堰

- 高吸着スポンジで堰をつくり、洗浄水を通して、スポンジ内にセシウムを吸着させ通過水を浄化



# 実施する除染方法の例 ― 宅地・建造物の除染④ ―

## ショットブラスト・アイスブラスト(コンクリート面などに有効)



―ショットブラスト―

### ●特徴

- ・数mmの鉄球の粒を壁面などにぶつけ、壁表面を薄く除去
- ・回収した鉄球は磁石で分離して再利用



―ドライアイスブラスト―

### ●特徴

- ・ドライアイスの粒(ペレット)を壁面などにぶつけ、壁表面を薄く除去
- ・ペレットは壁等の衝突後、気化するため、ブラスト材の回収が不要

# 実施する除染方法の例 ― 宅地・建造物の除染⑤ ―

## 雨とい・側溝の除去



雨どいに溜まった苔や落ち葉



側溝に溜まった泥等の除去

- 雨とい、雨とい流出口および側溝は、セシウムが付着した苔や泥等が溜まりやすい
- ・ 落ち葉や泥、苔等を粗取りしてから、高圧水洗浄等を重点的に行う

※写真のタイトル色について

側溝に溜まった泥等の除去 … 本除染モデル事業での現場写真

雨どいに溜まった苔や落ち葉 … 他の現場写真や作業のイメージ



# 実施する除染方法の例 ―宅地・建造物の除染⑥―

## 剥離剤による除去



―セメント瓦―



―壁―

### ●特徴

- ・形状が複雑な箇所、水を使用したくない場所に有効
- ・はけで剥離剤(洗濯糊のようなもの)を瓦や壁等に塗る
- ・剥離剤が乾いた(24時間程度)ことを確認してから剥がす

# 実施する除染方法の例 ― 宅地・建造物の除染⑦ ―

## 公園：剪定・表層の土壤除去等



- 公園周囲の植え込みや高木の剪定を行い、葉や枝に付着した放射性物質を、葉や枝とともに除去
- 公園内の表層のうち、芝地や樹木の根元等については、芝や苔等とともに表層約5cm程度を剥ぎ取り
- 事前の測定結果では、苔の放射性能濃度が比較的高いことから、高圧洗浄により樹皮の苔を除去



# 実施する除染方法の例 ― 宅地・建造物の除染⑧ ―

## グラウンド等：芝刈り・表土の剥ぎ取り



芝刈り



グラウンド(小学校)の表土の剥ぎ取り



芝の剥ぎ取り

- 芝刈り機を用いて芝刈りを実施
  - ・ 芝刈りでは、空間線量の低減が確認できなかったことから、この後、バケットに平爪を装着したバックホーで芝の剥ぎ取りを実施
- モーターグレード等の重機を用いて、グラウンドの表土を剥ぎ取り
- 風を遮る物が無いグラウンド等については、粉塵等が舞い上がりやすい環境にあるため、軽度の散水により粉塵を抑制する等の防塵対策を実施

# 実施する除染方法の例 一道路(舗装面)の除染①一

## 高圧水洗浄・洗浄車・機能回復車



- 道路(舗装面)の除染は、高圧水洗浄、ブラシ洗浄等で、除染効果を確認中
- 洗浄水の効率的な回収の観点から、スピンジェットや機能回復車を用いた洗浄も実施中
  - ・スピンジェット: 超高圧水を舗装の空隙部に進入させる。排水を同時回収可能
  - ・機能回復車: 高圧洗浄とキャビテーションジェットにより、土砂等を遊離除去し、フロア及び真空吸引により回収



# 実施する除染方法の例 一道路(舗装面・側溝)の除染②一

## 舗装面の表面切削・側溝の高圧洗浄



TS切削機による切削



ショットブラストによる表面切削

- TS切削機を用いて、舗装面表面を数mm切削
- ・切削後、オーバーレイ(密粒度圧コン)を実施予定
- 大型切削機が進入困難な場所では、ショットブラスト等による表面切削を実施
- いずれも水による洗浄で除去できない放射性物質を除去可能

### 一舗装面の切削一

- 高圧洗浄用のノズルを側溝の中に挿入し、ノズルをゆっくり引きながら洗浄
- 側溝の蓋の撤去が不要なため、作業効率が高く、汚泥の飛散も低減



洗浄車



### 一側溝の高圧洗浄一



高圧洗浄

# 実施する除染方法の例 — 森林の除染 —

## 下草刈り・枝打ち・落ち葉除去等



下草刈り等の範囲



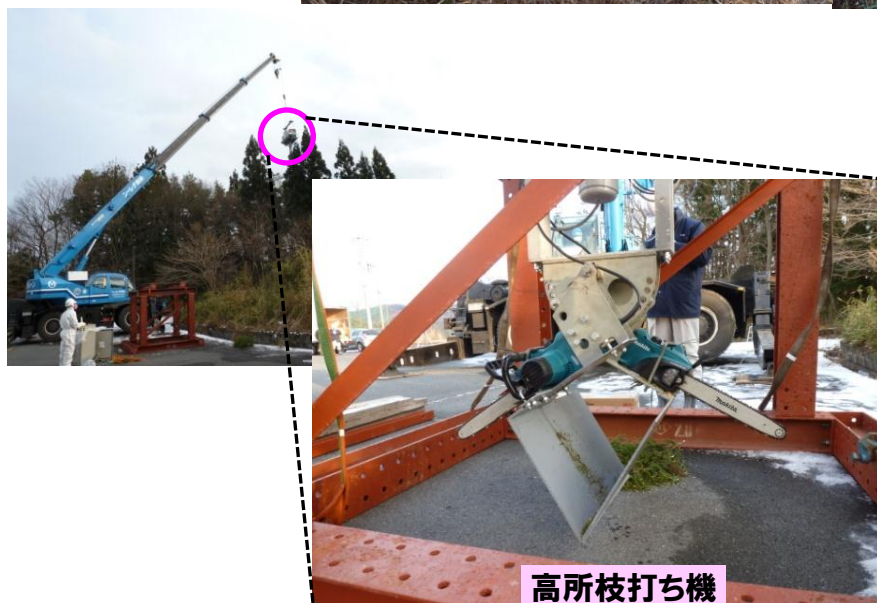
下草刈り・腐植層等の除去



バキュームによる吸引集積・空気輸送



吸引作業車



高所枝打ち機

- 森林の除染は生活空間から近いところから着手し、除染の効果を見ながら除染方法と範囲を検討
- 下草刈り、腐植層の除去、枝打ち、伐採等を実施
  - ・ 高木対しては、高所枝打ち機等を試験的に導入
- 下草刈り後の下草や、落ち葉、落ち枝等については、吸引作業車を用いて吸引集積・空気輸送を効率的に実施
  - ・ 放射性質が付着した落ち葉や表層土壌の舞い上がりを抑制することができ、作業員の放射線防護の観点でのメリットが大きい



# 実施する除染方法の例 ―農地の除染①―

## 表層土壌の除去



重機を用いた田の表層土壌の回収

- 表層の土壌を除去
  - ・表面を浅く(4～5cm)碎土の後、ショベル等の重機を用いて表層土壌を除去
- 草刈機を用いて除草、根の切断、表面付近の土壌のほぐしを行った後、重機を用いて表層の土壌を除去(写真下左右)
- ・この方法は、除草と表層の土壌除去を効率的に実施することが可能
- ・また、除去する表層の厚さをcm単位に設定することが可能であるため、除去物の減容化が図れる



草刈り機



# 実施する除染方法の例 ―農地の除染②―

## 土壌固化剤散布・剥ぎ取り



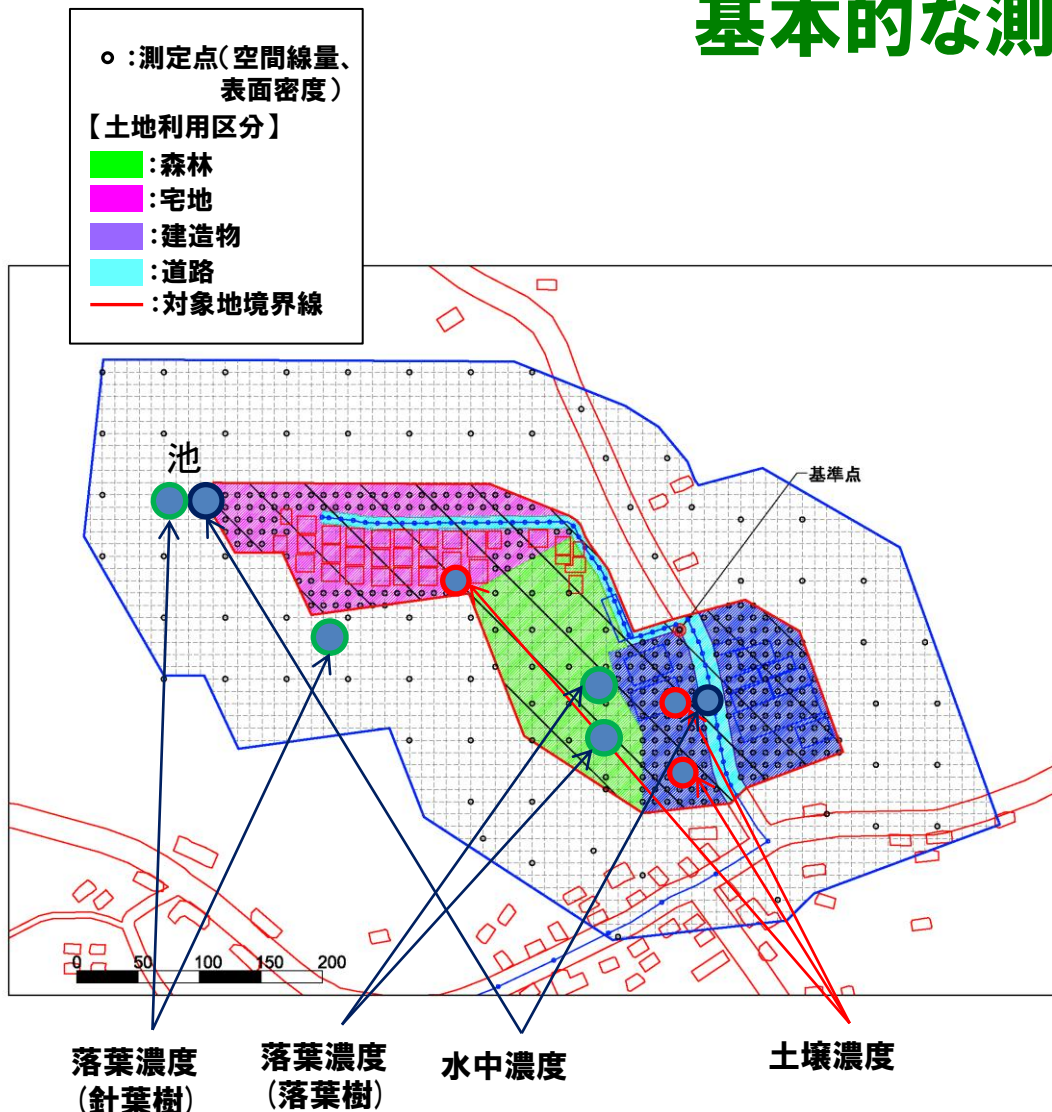
### ●特徴

- ・固化剤を吹き付け後、表層の土壌を剥ぎ取る
- ・固化剤を用いることにより、剥ぎ取る表層の厚さを抑制できるとともに、除去物の減容化が図れる
- ・固化剤については、安全な農作物の生産が継続できることに留意し、マグネシウム系の固化剤を利用



# モニタリング・放射能測定の実施例①

## 基本的な測定



—モニタリング地点(葛尾村)—

### ●グリッド測定

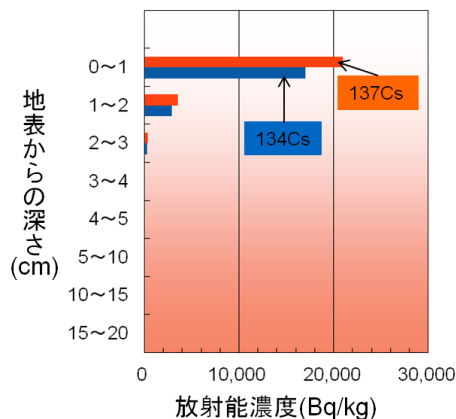
- ・除染対象範囲は10m、その外側は50mグリッドを基本として、空間線量および表面密度を計測

### ●ホットスポット等における測定

- ・樹木の根付近、雨とい下、側溝などの放射能濃度が比較的高いと予測される地点でも適宜測定
- ・河川や池の水、土壌、落葉等についても放射能濃度を適宜測定

### ●土面等における放射能濃度分布の把握

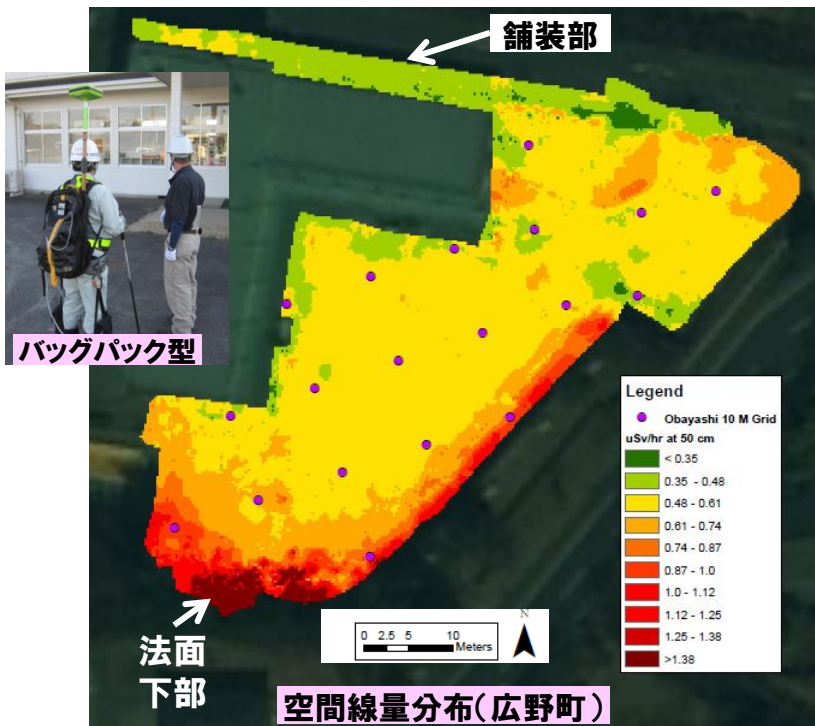
- ・グラウンドの土面等においては、除去する表層の厚さを検討するため、深さ方法の放射能濃度分布を把握(下図)



グラウンドの深さ方向の放射能濃度分布(葛尾小学校)

# モニタリング・放射能測定の実践例②

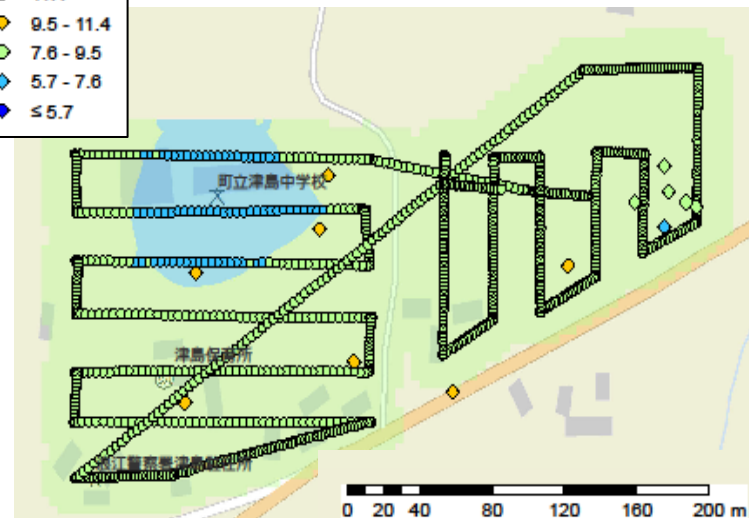
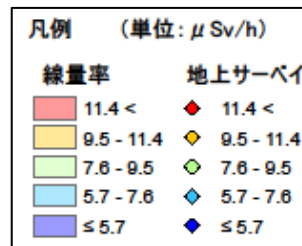
## 試行技術



### ースキャンプロットー

#### ●特徴

- ・測定器とGPSが連動することにより、1秒毎の空間線量と位置情報を自動的に計測・記録(米国で適用実績有り)
- ・バックパックおよびバギーに搭載
- ・効率的な放射線分布の把握が可能



### ー無人ヘリコプターによる空間線量分布 (浪江町津島地区除染前)ー

#### ●特徴

- ・迅速な空間線量の把握が可能(津島地区の場合は、約40分で計測)
- ・サンプリング間隔1回/1秒、対地高度20~80m
- ・空間線量の測定範囲は半径20~50mの平均値(対地高度に比例、したがって線量が狭い範囲で大きく変化する場合、地上における測定データと整合しない可能性有り)

## フレキシブルコンテナバッグ



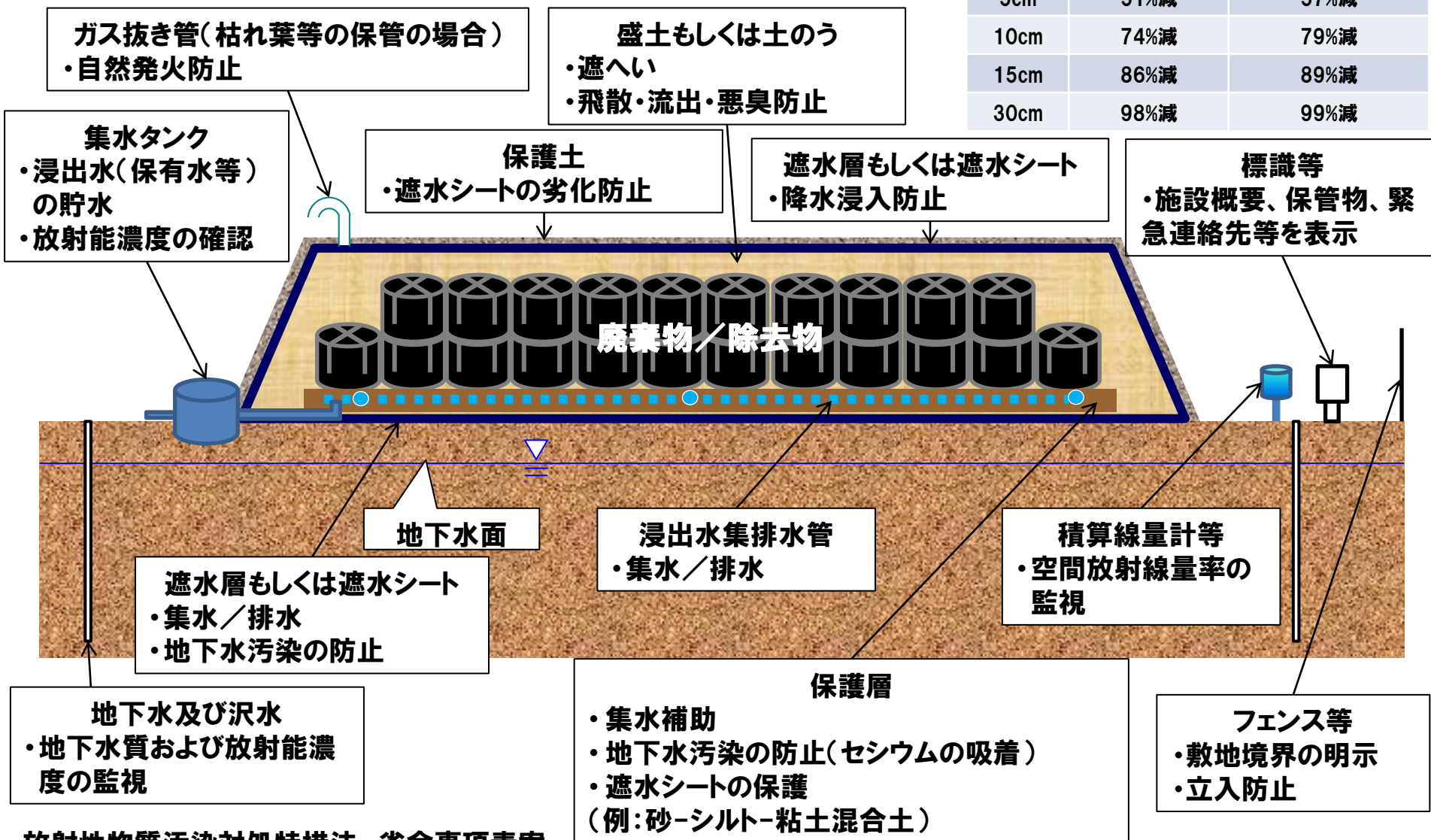
メタルタグの例

### ●特徴

- ・除去物を詰め込み、輸送・仮置き時の飛散を防止
- ・耐候性を有する材質を利用
- ・一般市販品
- ・仮置き場からの搬出作業が簡便
- ・トレーサビリティ確保の観点から、除染日時、除染場所、内容物等に関する情報を記憶させたメタルタグやICタグを取り付け

# 仮置き場の例 — 仮置き場の安全対策 —

厚さ (cm)	覆土による遮 へい効果	コンクリートによる 遮へい効果
5cm	51%減	57%減
10cm	74%減	79%減
15cm	86%減	89%減
30cm	98%減	99%減



放射性物質汚染対処特措法 省令事項素案  
(除去土壌の保管の基準)に準拠



# 除去物等の減容化の例 — 除染に利用した水の処理 —

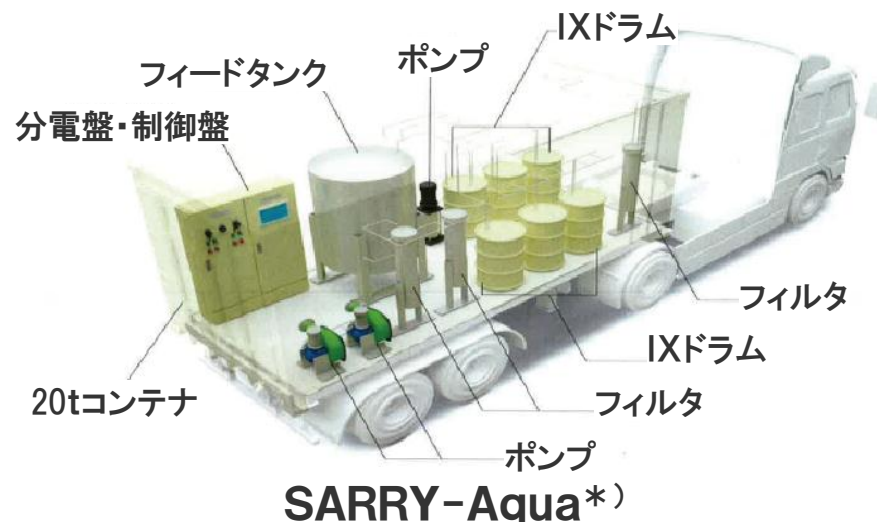
## 放射能濃度が低い場合



### ●特徴

- ・油、浮遊物質を除去する活性炭を充てんしたカラムとセシウムを吸着・除去するゼオライトを充てんしたカラムで構成

## 放射能濃度が高い場合



\*)福島第一原子力発電所における水処理装置(SARRY)の可搬版

### ●特徴

- ・モバイル型の汚染水処理装置吸着材に高性能ゼオライト系レジンを採用し、高濃度の汚染水に対応

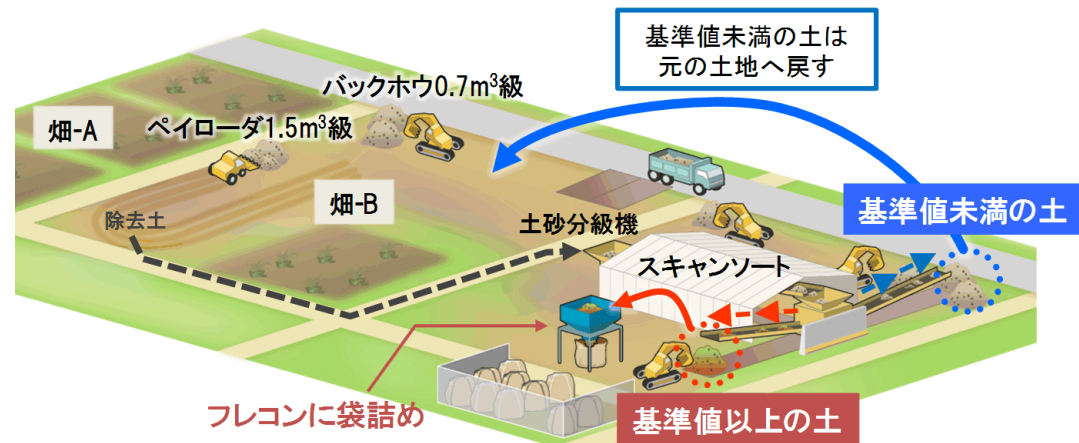
洗浄後の水は、洗浄に再利用もしくは放流(基準値:Cs134 60Bq/kg、Cs137 90Bq/kg)

# 除去物等の減容化の例 — 草木・土壌の減容化 —



## — 粉碎による草木の減容化 —

- 草木を細かく破碎し、フレコンバック等の内部の空隙を減らすことが可能
- ・(この地区の例場合) 約 $27.4\text{m}^3$ の容積を $3.8\text{m}^3$ まで圧縮



## 放射能汚染土分別システム(スキャンソート)

## — 土壌の減容化 —

### ● 特徴

- ・ 農地から表層の土壌の剥ぎ取りで生じた土壌が、検査用のコンベア上を移動する間に放射性物質濃度を測定し、その測定値によって土壌が分別
- ・ 放射能濃度が基準値以下の土壌は元の農地に戻す

# 実施中の作業員の安全確保の取組み例



- 除染作業に従事する作業員の放射線障害防止の観点※から、安全確保を実施
- 各除染地区に休息所を整備
  - ・ 2時間～1時間30分作業→30分休息の作業サイクル
  - ・ 休息所入場前のスクリーニングと、タイベックスの脱衣等の対策を実施

※：厚生労働省において検討中の除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン等



# Cグループの例：大熊町役場周辺

## 大熊町（大熊町役場周辺）

○対象面積：約4.5㌥      ○民家：約30戸      ○公共施設：大熊町役場、  
大熊町公民館、公園（約1.2㌥）      ○田畑なし、公園に林あり





# 大熊町役場周辺における除染前モニタリング結果①

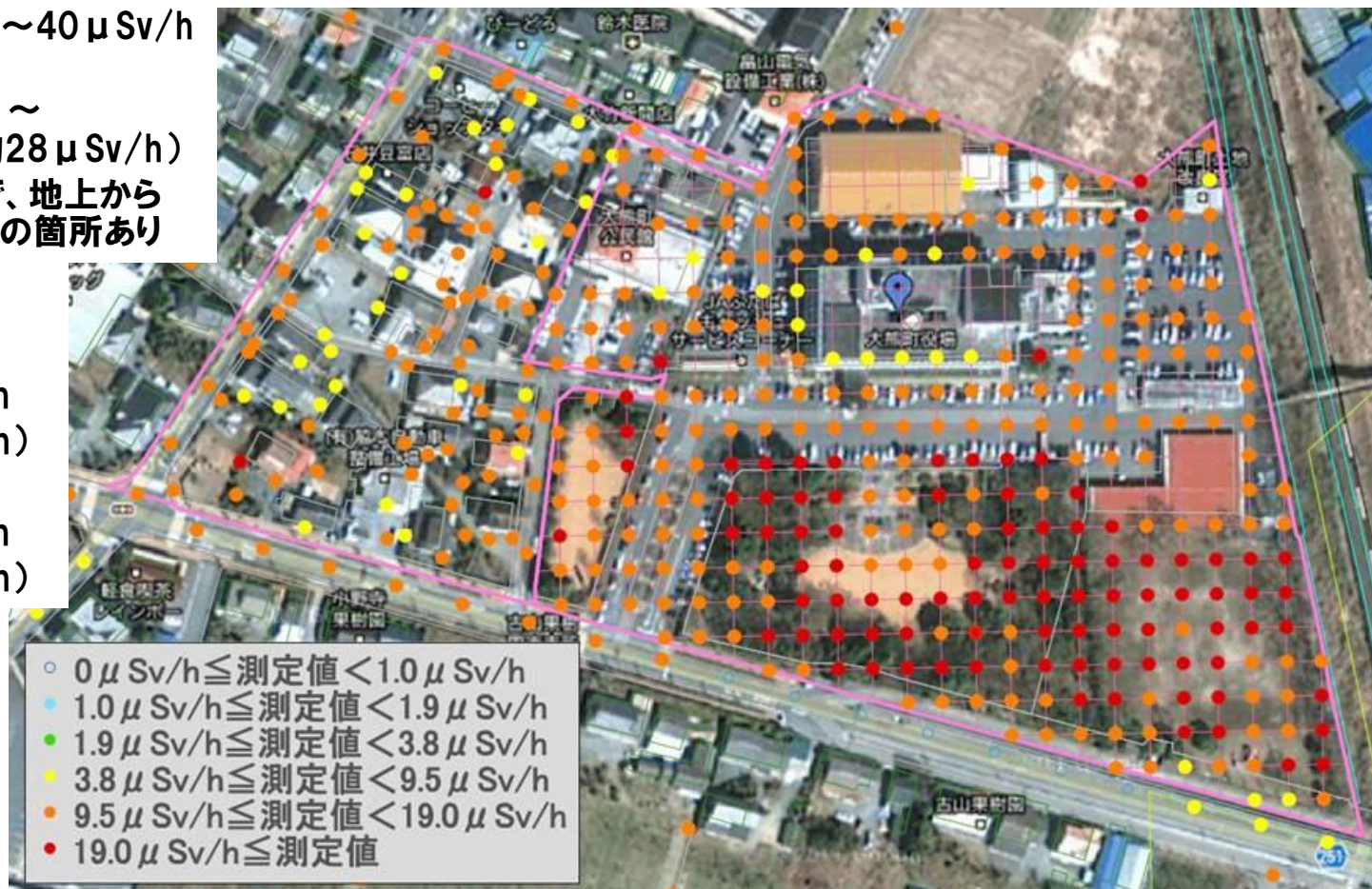
## 空間・表面線量率測定

### 屋外(約550点)

- 地上から1m:約2.5~40  $\mu\text{Sv/h}$   
(平均約13  $\mu\text{Sv/h}$ )
- 地上から1cm:約2.1~  
210  $\mu\text{Sv/h}$ (平均約28  $\mu\text{Sv/h}$ )
- 雨樋、側溝付近等で、地上から  
1cm:100  $\mu\text{Sv/h}$ 超の箇所あり

### 屋内(2軒)

- 地上から1m:  
約1.9~8.5  $\mu\text{Sv/h}$   
(平均約4.9  $\mu\text{Sv/h}$ )
- 地上から1cm:  
約2.1~9.1  $\mu\text{Sv/h}$   
(平均約5.3  $\mu\text{Sv/h}$ )

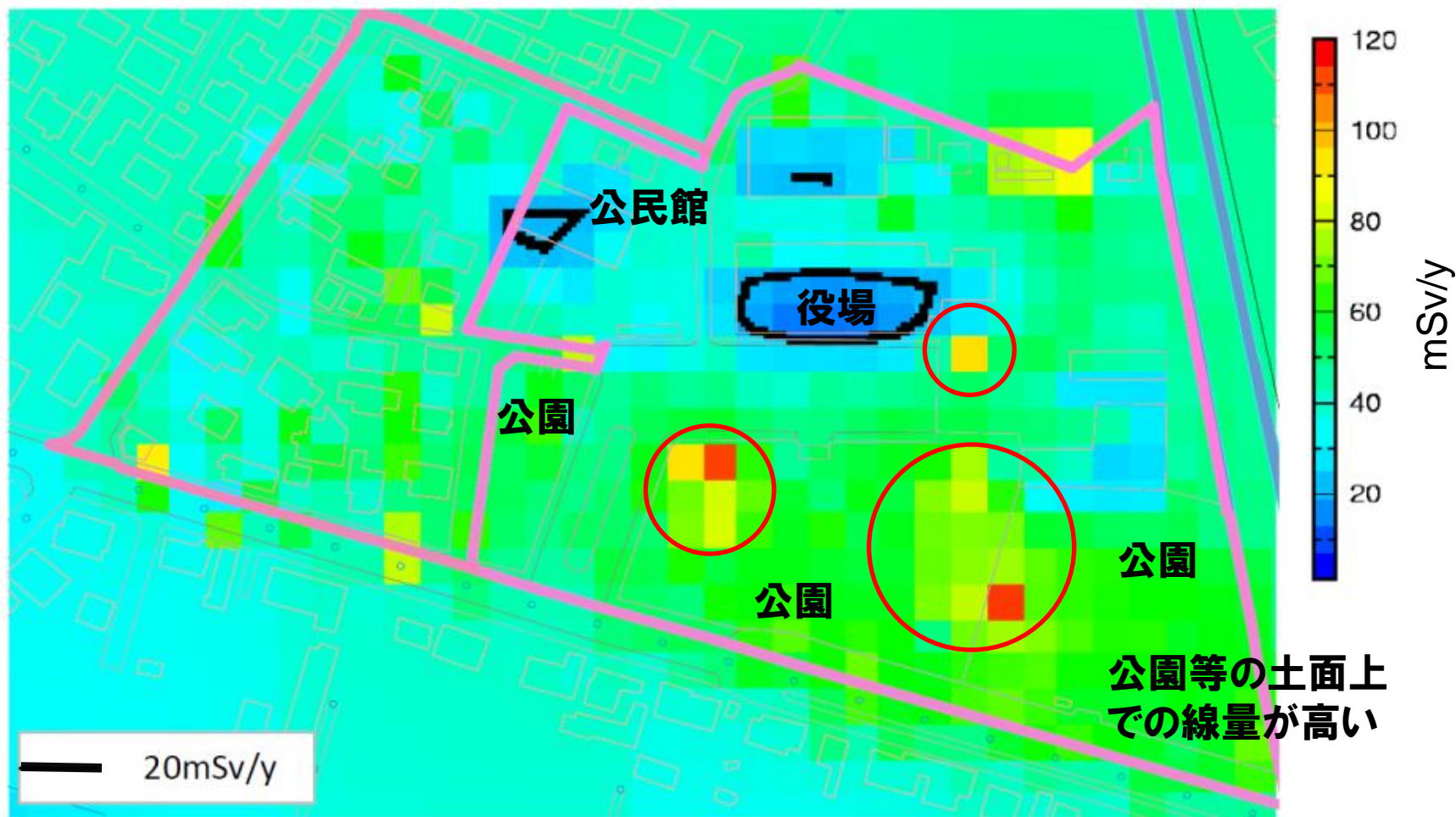


大熊町役場周辺における屋外の放射線量率

# 大熊町役場周辺における除染前モニタリング結果②

## 空間線量率マップ

○: 樹木の下で線量が高い





# 大熊町役場周辺における除染作業等の現状①

## 除染作業

- 11月28日から着手
- 役場屋上、宅地、公園、駐車場等の除染を実施
- 役場屋上
  - ✓ 高圧水・ワイヤーブラシ洗浄を実施
- 宅地
  - ✓ 屋根、雨とい洗浄、庭木の剪定・除草等を実施
- 公園
  - ✓ 樹木などの植栽域の落ち葉、苔の除去
  - ✓ 広場の土面域の表層土壌の除去等



高圧水洗浄



ワイヤーブラシ研磨

－役場屋上－



落ち葉・苔除去



庭木の剪定・除草

－宅地－



表層の土壌除去

－公園：広場の土面域－



バキューム吸引



フレキシブルコンテナへの格納

落ち葉等をバキューム吸引し、フレキシブルコンテナに直接格納

－公園：植栽域－

# 大熊町役場周辺における除染作業等の現状②

## 除染作業(続き)

### ●駐車場・道路(アスファルト舗装)

- ✓ サンドブラスト、ドライアイスブラスト、重曹ブラスト
- ✓ TS掘削機による舗装切削(表層数～5mm程度)、ウォータージェット、ショットブラスト



サンドブラスト



ウォータージェット

— 駐車場・道路 —



除染水浄化システム

### ●除染水浄化システム

- 高圧洗浄等により発生した放射性物質を含む除染水は、タンクに回収し、放射性物質を除去する装置で浄化して洗浄水として再利用
- 浄化前後の放射性セシウム濃度測定(例)
  - ・除染水: 15kBq/kg
  - ・浄化水: <1.2kBq/kg (B.G.)

### ●休息所の設置

- 除染対象エリア内の公民館に休息所を設置
- 脱衣エリア／サーベイエリアの分離と、陽圧管理による粉塵流入対策を施すとともに、空調設備を設置し、マスクを取り外しての食事が可能
- 休息所の入室時には、着衣、頭髮等のスクリーニングを実施
- 休息所の空間線量は概ね1  $\mu$ Sv/h



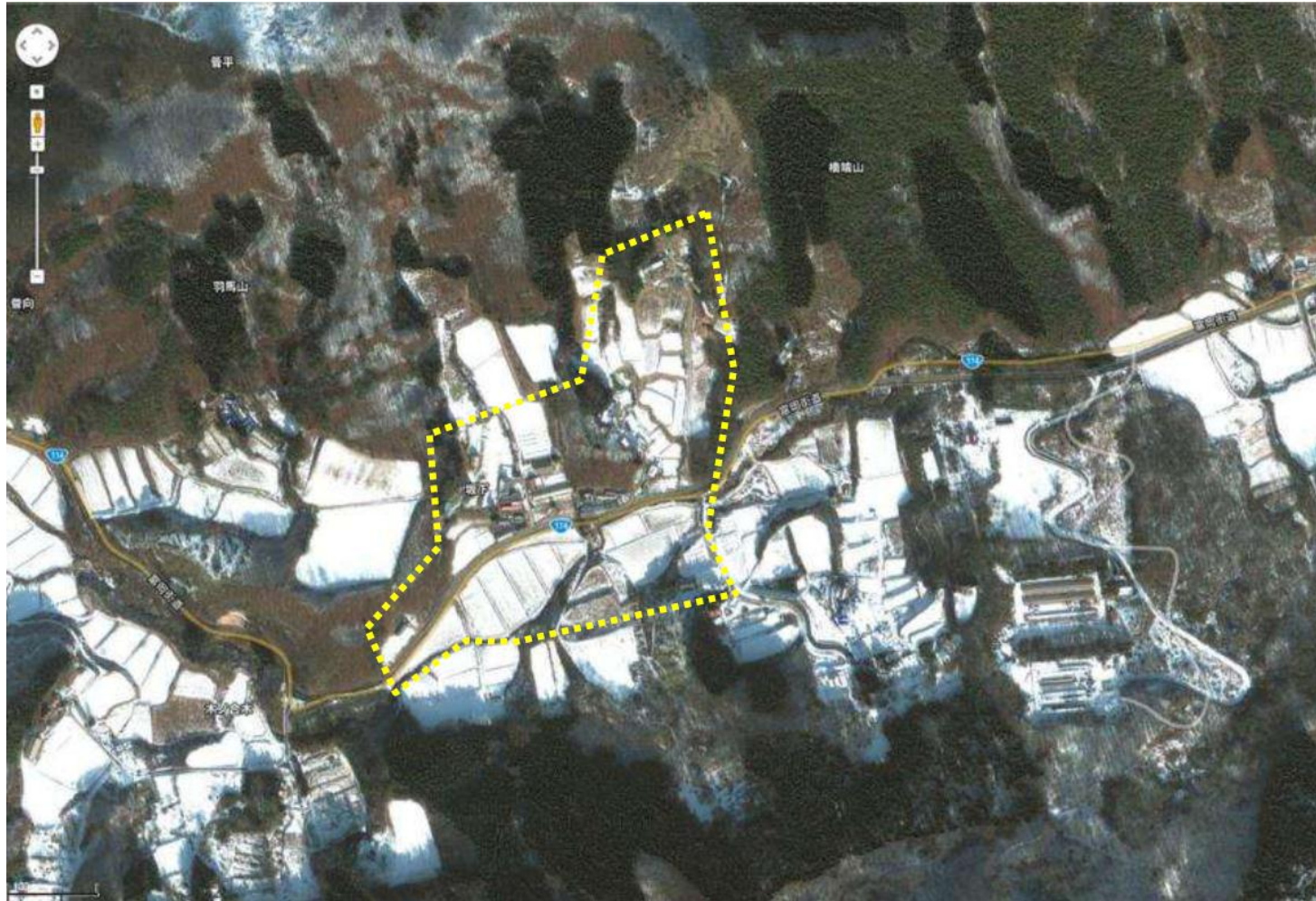
休息所



# Aグループの例：川俣町坂下地区

## 川俣町（坂下地区）

- 対象面積：約11ヘクタール
- 主に田畑および森林から構成（約8.5ヘクタール）
- 民家：約10戸
- 公共施設：無し





# 川俣町坂下地区における除染前モニタリング結果

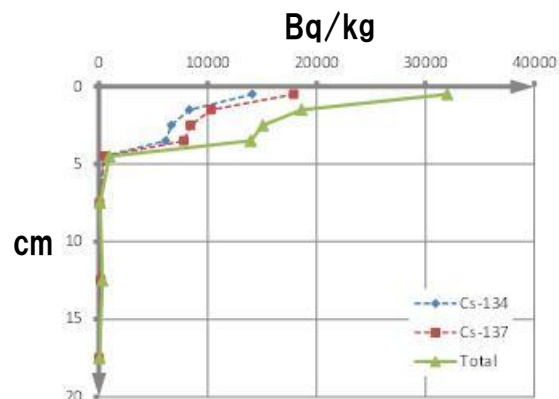
## 空間・表面線量率測定

### 屋外(約170点)

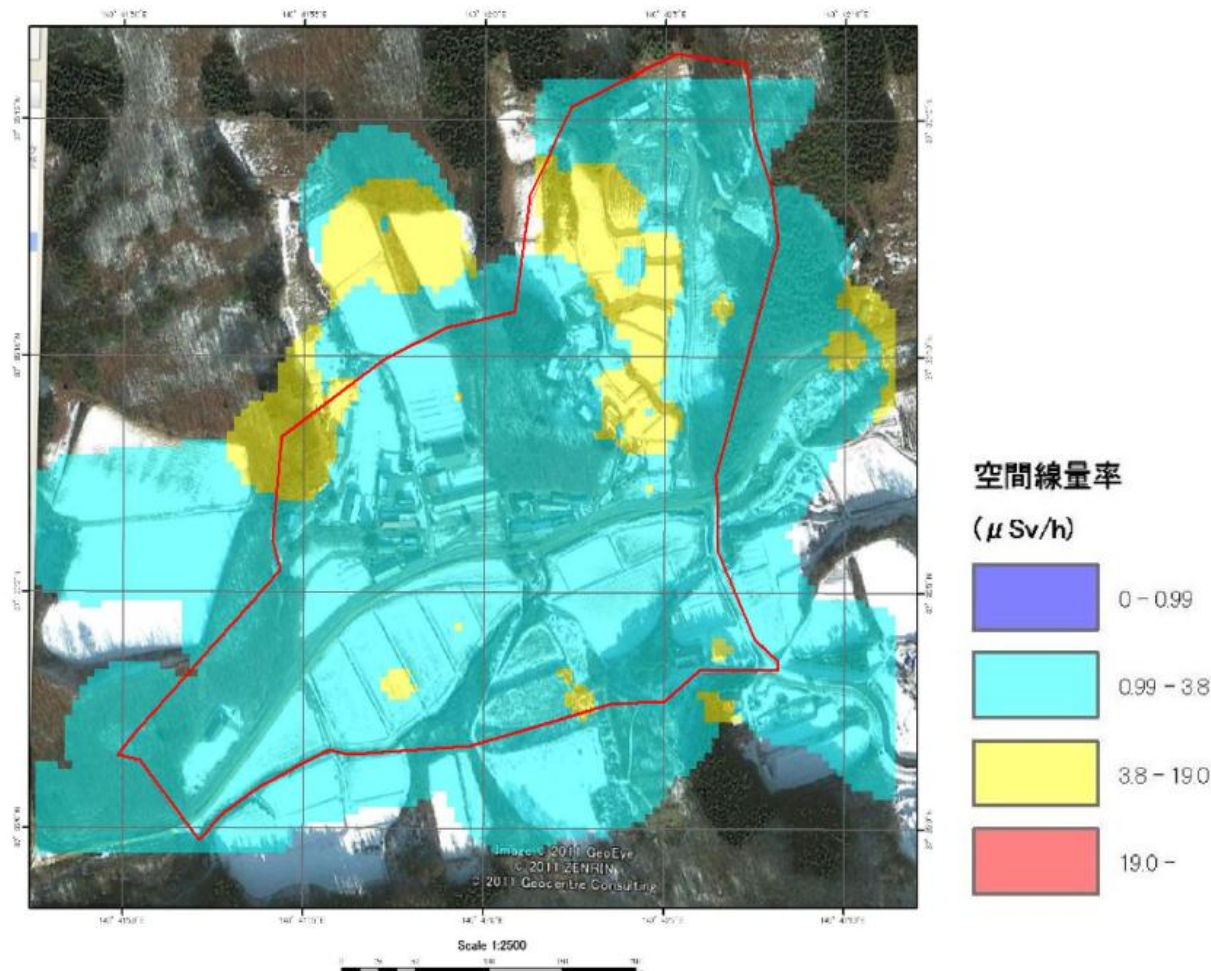
- 地上から1m: 約1.2～4.7  $\mu\text{Sv/h}$   
(平均約3.9  $\mu\text{Sv/h}$ )
- 地上から1cm: 約1.2～9.8  $\mu\text{Sv/h}$   
(平均約3.2  $\mu\text{Sv/h}$ )
- 南側・北側森林および北側農地の空間線量率が高く(3.5～4.5  $\mu\text{Sv/h}$ )、舗装道路、住宅地および南側農地は比較的低い(1.5～3.0  $\mu\text{Sv/h}$ )

### 環境試料

- 土壌: 表層から5cm程度までの放射能濃度が高い
- 水の放射能濃度はほぼ検出限界値(1.0Bq/kg)未滿



土壌放射能濃度の深度分布



川俣町坂下地区における屋外の放射線量率

# 川俣町坂下地区における除染作業等の現状

## 除染作業

- 12月7日から着手
- 森林、農地、宅地の除染を実施

### ●森林

- ✓ 下草刈りおよび落葉除去、リター層※までの除去

### ●農地

- ✓ 下草刈り、土壌剥ぎ取り、固化剤散布および土壌の薄層除去

### ●宅地

- ✓ 壁面清掃ブラッシング
- ✓ 雨とい堆積物除去



— 農地 —

※リター層：地表面に落ちたままで、土壌生物によってほとんど分解されていない葉、枝等からなる堆積層