

原子力機構「除染推進専門家チーム」 活動実績

原子力機構 福島研究開発部門 福島環境安全センター
環境回復推進グループ

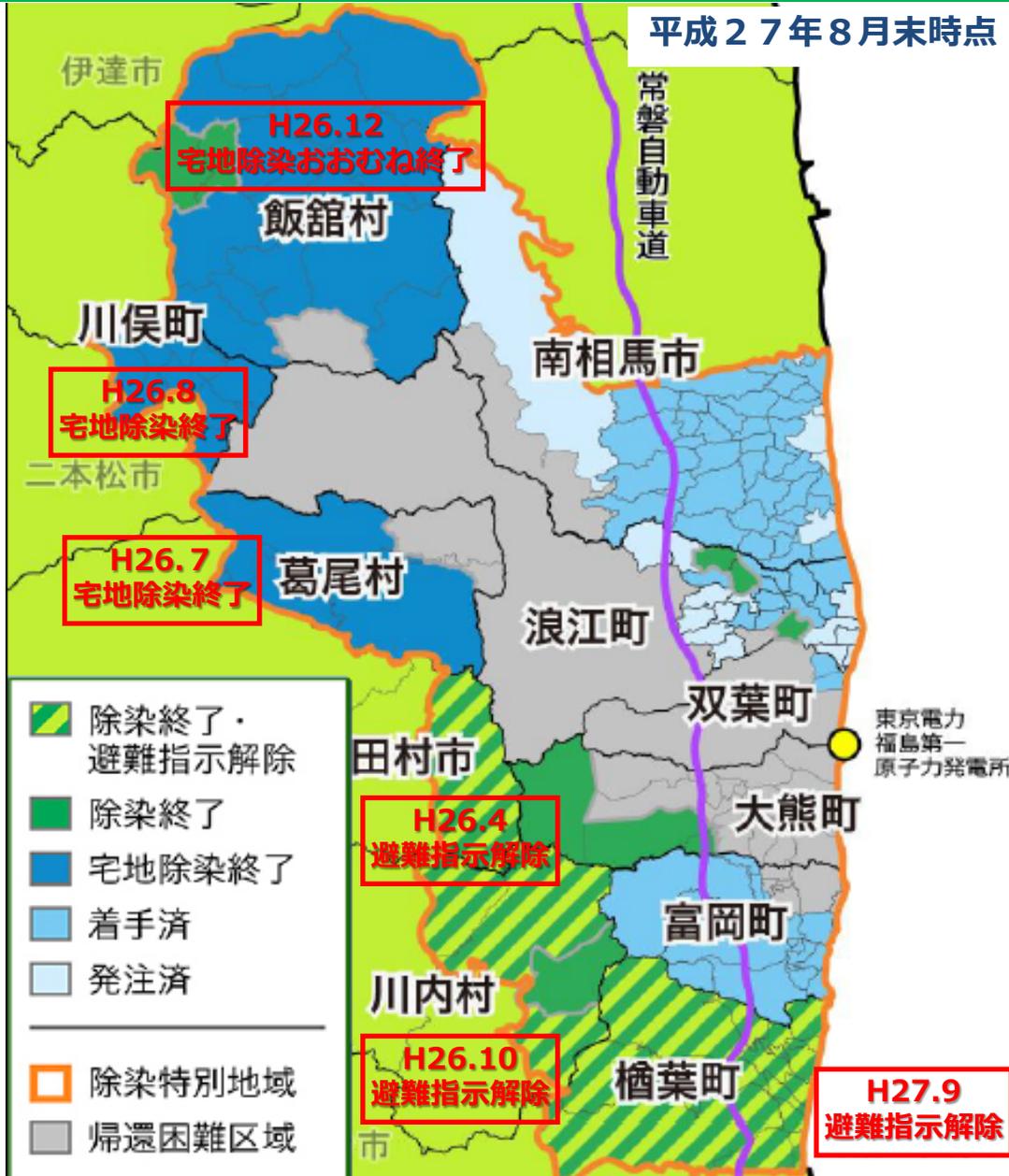
山下 卓哉

目次

I. 福島県の除染の進捗状況	3
II. 除染推進専門家チーム の取り組み	5
III. 環境省支援の状況	6
IV. 自治体支援の状況	15
V. 環境回復技術開発の状況	24
VI. まとめ	30

Ⅱ. 福島県の除染の進捗状況（除染特別地域）

平成27年8月末時点



【各市町村等の状況と今後のスケジュール】

田村市	平成25年6月に面的除染終了 平成26年4月1日に避難指示解除
川内村	平成26年3月に面的除染終了 平成26年10月1日に避難指示解除準備区域の避難指示解除
楡葉町	平成26年3月に面的除染終了 (平成27年9月5日に避難指示解除)
大熊町	平成26年3月に面的除染終了
常磐自動車道	平成25年6月に除染終了 平成27年3月1日に全線開通
葛尾村	平成26年7月に宅地除染終了 平成27年内に残りの除染終了を目指す
川俣町	平成26年8月に宅地除染終了 平成27年内に残りの除染終了を目指す
飯館村	平成27年6月に宅地除染終了 平成28年内に残りの除染終了を目指す
南相馬市	平成27年度内に宅地除染終了を目指す 平成28年度内に残りの除染終了を目指す
浪江町	津波被災地域を除く地域については平成27年度内に除染終了を目指す 津波被災地域については平成27年度内に宅地除染終了を、平成28年度内に残りの除染終了を目指す
富岡町	平成27年度内に宅地除染終了を目指す 平成28年度内に残りの除染終了を目指す
双葉町	平成27年度内に除染終了を目指す

福島県の除染の進捗状況（汚染状況重点調査地域）

福島県

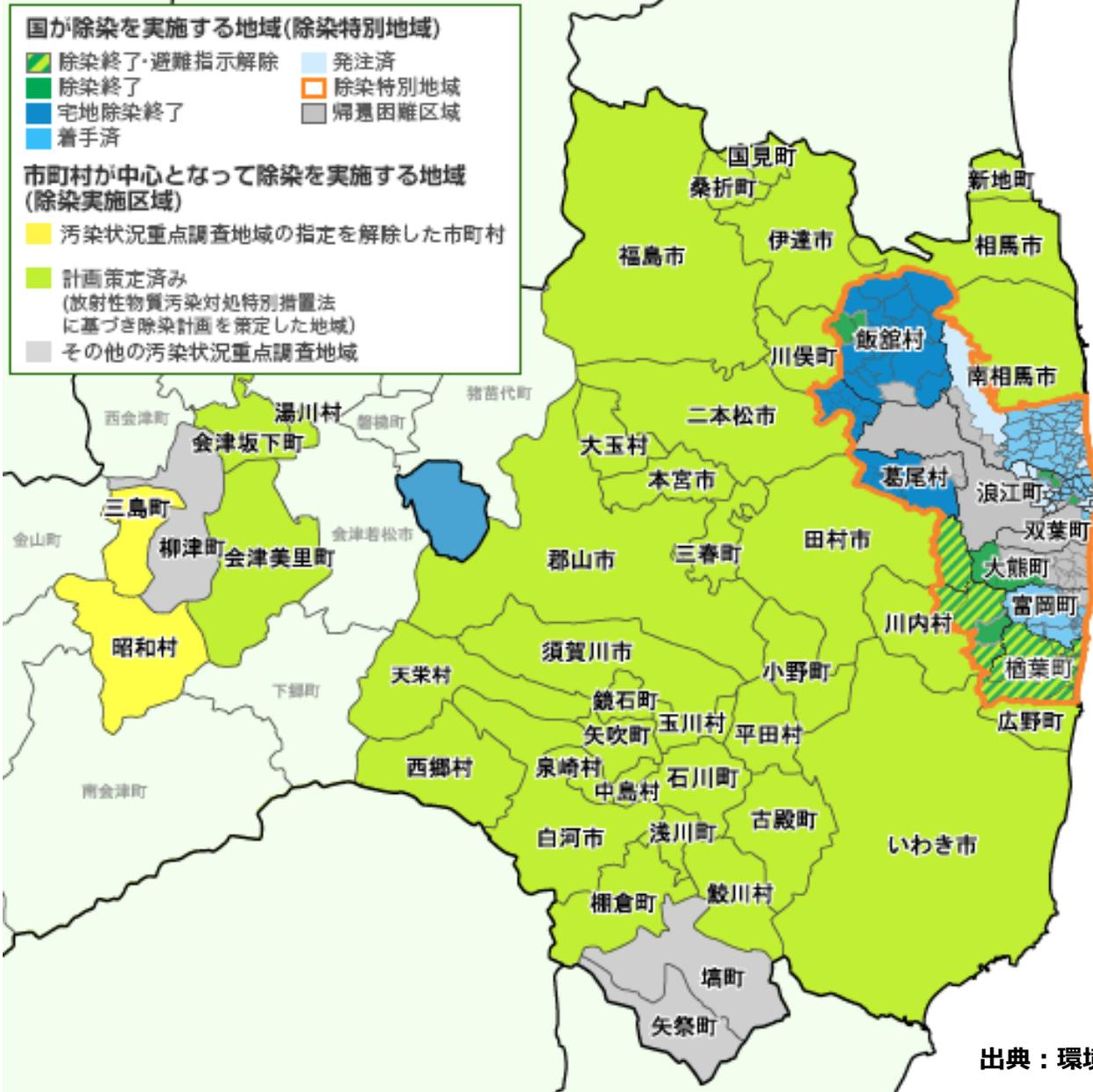
進捗の詳細をご覧になりたい市町村をクリックしてください

国が除染を実施する地域(除染特別地域)

- 除染終了・避難指示解除
- 除染終了
- 宅地除染終了
- 着手済
- 発注済
- 除染特別地域
- 帰還困難区域

市町村が中心となって除染を実施する地域(除染実施区域)

- 汚染状況重点調査地域の指定を解除した市町村
- 計画策定済み
(放射性物質汚染対処特別措置法に基づき除染計画を策定した地域)
- その他の汚染状況重点調査地域



実績割合（実績数／計画数）

公共施設等	： 約9割が終了
住宅	： 約7割が終了
道路	： 約4割が終了
農地・牧草地	： 約8割が終了
森林（生活圏）	： 約5割が終了

注：福島県が行った調査結果を基に作成。計画数は平成27年6月末までの累計となっており、今後増加する可能性もある。

除染推進専門家チームの取り組み

除染推進専門家チームは、福島第一原子力発電所の事故により汚染された地域の環境回復を推進するために、除染に係る技術的な協力と支援を行っています。

* 環境省支援

国（環境省）が実施する除染特別地域の除染に関する技術的な協力・支援を行っています。

* 自治体支援

汚染状況重点調査地域（県内39市町村、県外58市町村）の自治体を実施する除染に関する技術的な協力・支援を行っています。

* 環境回復技術開発

除去土壌の減容化・再生利用技術の開発等を行っています。

Ⅲ. 環境省支援の状況

- 1) 除染効果の線量率変化調査（4回/年）
- 2) 環境省森林除染試験の支援（当面）
- 3) 環境省依頼の試験等への協力（適宜）
- 4) 富岡町本格除染の試験施工立会等への支援（適宜）
- 5) 環境省再除染モデル調査への支援（～H26.9）
- 6) 環境省技術実証事業への技術支援（～H27.1）

除染モデル実証事業実施エリアの線量率変化調査

平成27年10月16日
環境省福島環境再生事務所

- 除染実施後の空間線量率の推移を把握し、除染効果が維持されているかどうか確認するため、平成23年度に除染モデル実証事業を実施した地区のうち、15地区を対象に空間線量率を追跡調査し、除染直後の結果と比較しました。

- 調査時期：

第1回	平成24年10月
第2回	平成25年3月
第3回	平成25年5月～7月
第4回	平成25年9月～10月
第5回	平成25年12月
第6回	平成26年3月～4月
第7回	平成26年6月～7月
第8回	平成26年9月
第9回	平成26年11月～12月
第10回	平成27年5月～6月

○調査地区

- (1) 南相馬市 (金房小学校周辺)
- (2) 浪江町 (津島地区、権現堂地区)
- (3) 飯舘村 (草野地区、いいたてホーム・いちばん館、菊池製作所、ハヤシ製作所)
- (4) 富岡町 (夜の森公園、富岡第二中学校)
- (5) 葛尾村 (役場周辺)
- (6) 大熊町 (役場周辺、夫沢地区)
- (7) 楡葉町 (南工業団地)
- (8) 川内村 (貝の坂地区)
- (9) 川俣町 (坂下地区) (第9回調査より調査開始)
(全18地区のうち、調査の了解が得られた15地区)



【 除染モデル実証事業対象地区の位置 】

測定点の選定の例

それぞれの地区の敷地面積に応じ、更に地形等を考慮し10～30点程度を測定点として選定した。
測定は高さ1mの空間線量率とした。



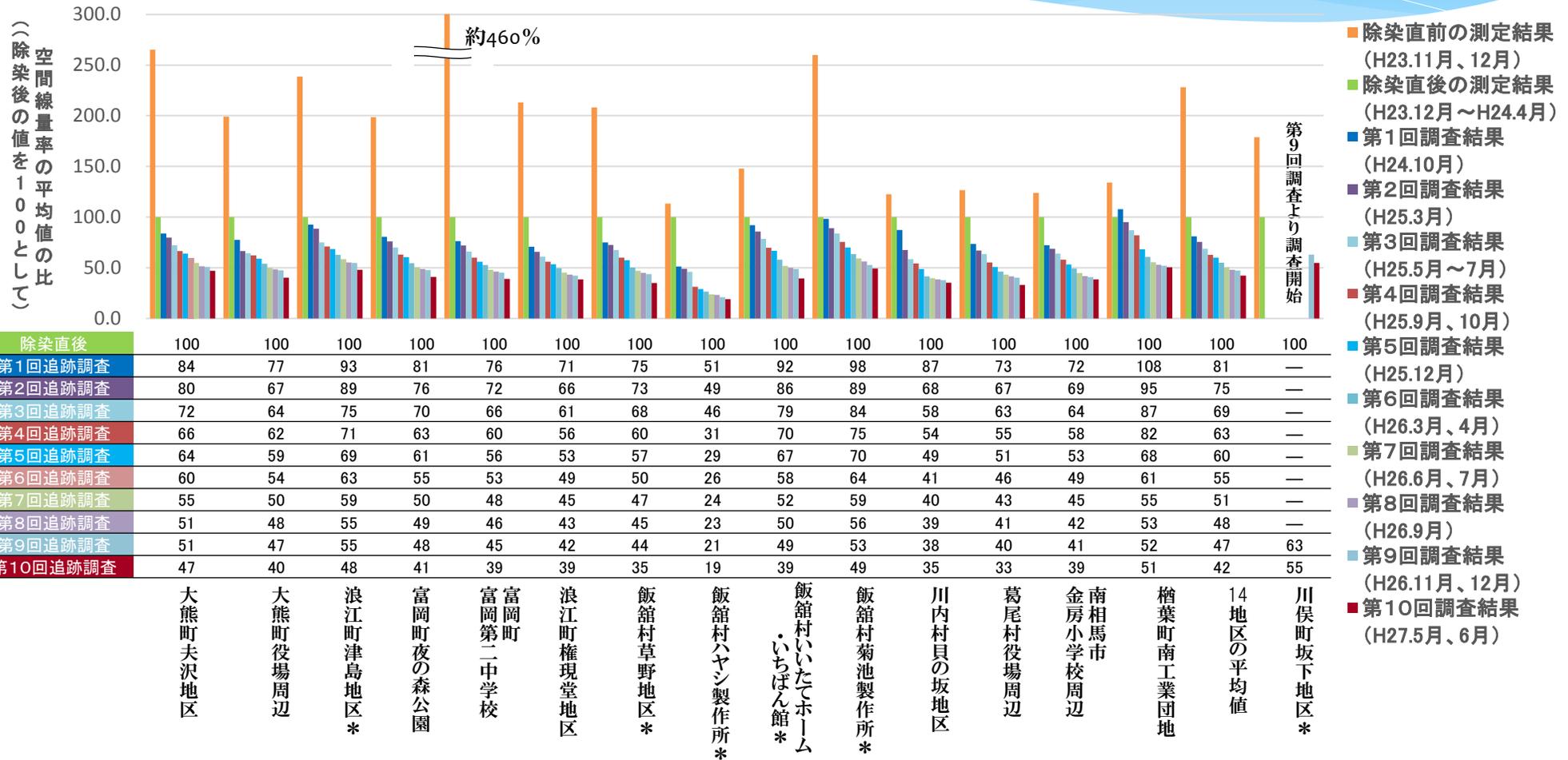
測定ポイント 1



【南相馬市金房小学校周辺の例】

調査結果

○ 除染直後の空間線量率を100とした場合の空間線量率の平均値の推移を示すと下図のとおり（除染前の空間線量が高い地域を左から順に並べている。）。



*：浪江町津島地区、飯館村及び川俣町坂下地区の除染直後の測定結果については、積雪の影響を受けて測定値が低めとなっている可能性があります。

注1) 測定値は、降雨／降雪、気温などの気象条件、地面の湿潤状態や草木の繁茂状態などの環境条件により変動することがあります。

注2) 除染直後の測定から第10回の追跡調査までは3年3ヶ月程度経過しており、その間に放射性セシウムに起因する線量率は物理減衰により50%程度の低減が見込まれます。

調査結果のまとめ

- ① 全ての地区で空間線量率の平均値が減少しており、除染の効果はおおむね維持されていることが分かりました。
- ② 第1回調査と第10回調査の結果を比較すると、全ての測定点（288点）で空間線量率が減少しており、空間線量率が継続的に上昇しているような測定点は見られませんでした。

環境省依頼の試験等への協力

歩行サーベイ技術の評価試験に係る技術支援

除染ガイドラインでは、NaIシンチレーション式サーベイメータ等を用いた定点での測定方法が示されているが、大規模な農地・道路等の測定作業の効率化が必要と考えられた。このため、環境省においてGPSと連動した歩行サーベイ装置の導入を検討するための評価・実証試験が計画された。

原子力機構は、この評価・実証試験への助言及び原子力機構所有のガンマプロッタHを用いたフィールド試験への参加、試験結果の評価などの協力を行った。

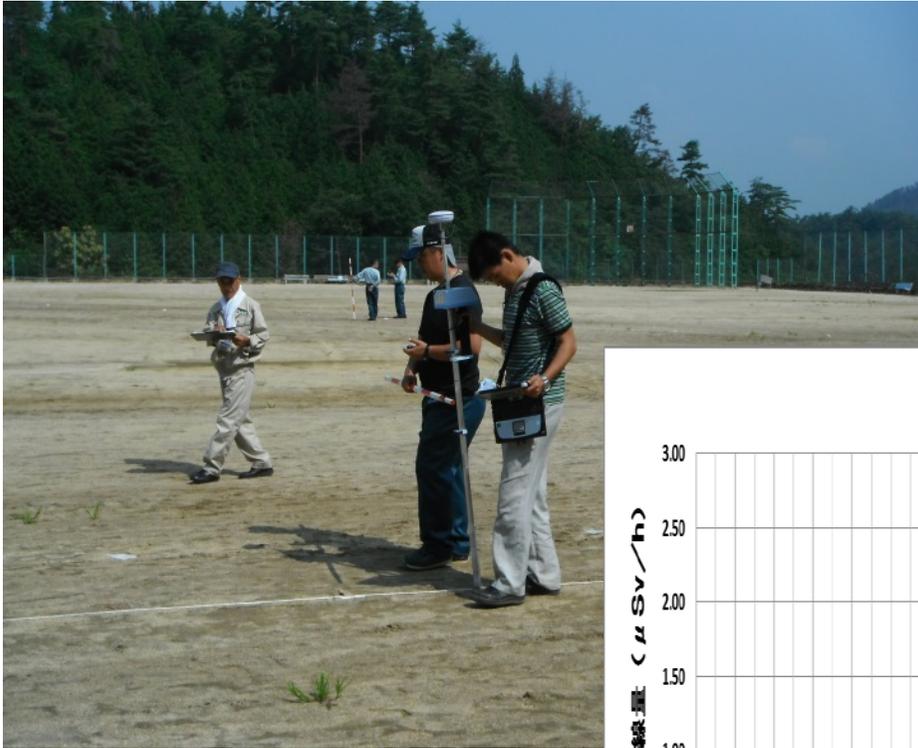
ガンマプロッタH

≪装置の仕様≫

- ・ 使用検出器：
プラスチックシンチレーション検出器（地上5cmと1m）
- ・ 全長：H1788mm
- ・ 測定範囲：
BG～1mSv/h（ γ 線）
- ・ 重量：
約2kg（バッテリー含まず）
- ・ 電池使用時間：
約7時間
（Li-ionバッテリー使用時）

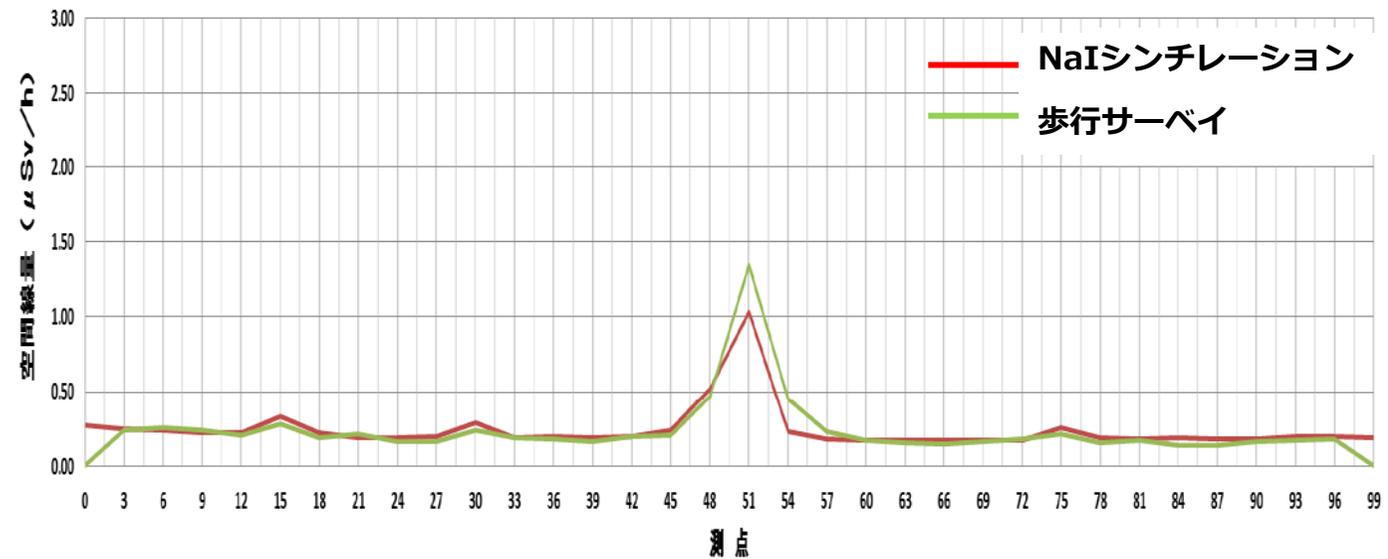


歩行サーベイ技術の評価試験の状況と試験結果の例



試験の様子

試験結果の評価の例



歩行速度0.5m/秒の追隨性比較

歩行サーベイ技術の評価試験結果の反映

この評価試験の結果等を基に、平成25年10月に「除染関係Q&A」が改定され、道路や農地、広場などの比較的空間線量率の変動が少ないと考えられる場所では「歩行サーベイ」の適用が認められることとなった。

除染関係 Q&A

環境省
(平成25年10月18日版)

Q2-5 除染事業に係る測定について、走行サーベイ、歩行サーベイなど、GPSにより測定位置を記録しながら常時移動しつつ測定する方法で行っても良いか。

A 常時移動して測定する方法は、局所的な空間線量率の起伏を精確に評価することには不向きなため、局所的な空間線量率の起伏がないと考えられる道路や農地、広場などに限って実施するようにしてください。

局所的に放射性物質により汚染された地点の存在が疑われる場合は、当該地点において立ち止まって測定する方法で実施してください。

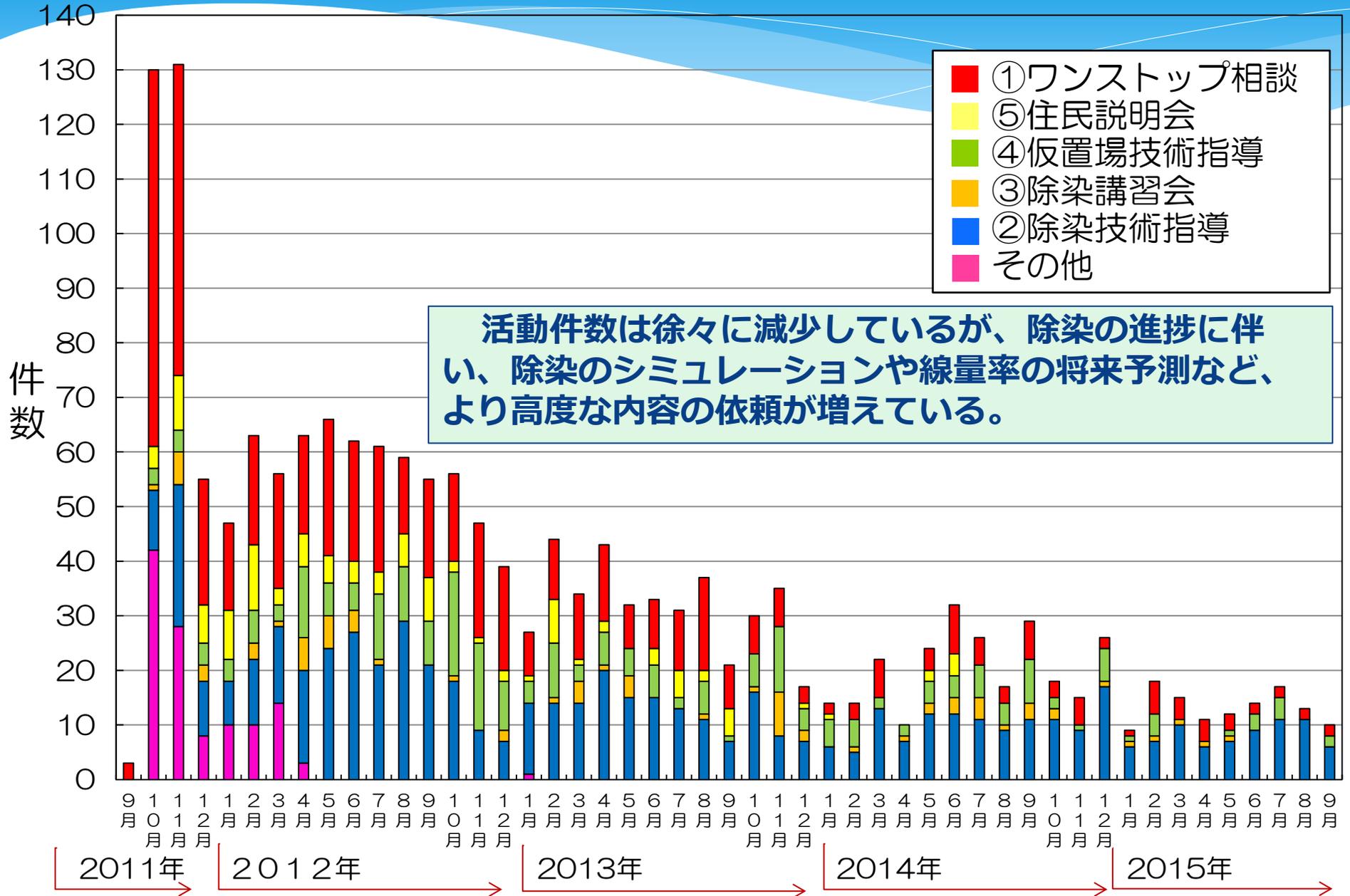
なお、走行サーベイであれば車道でしか測定できない等、実施する測定方法や測定機器により測定場所の制限や測定高さの制限がありますので、除染関係ガイドライン等で、実施する測定において必要な測定箇所や測定高さを十分確認してから、実施してください。

Q2-6 除染関係ガイドライン1-12ページに沿って測定した場合で、既に除染実施区域として判断した学校や公園等以外にも要件に適合する学校や公園等が存在することが明らかにな

IV. 自治体支援の状況

	活動内容	件数
0	除染計画書策定支援 県内各市町村に訪問し、除染実施計画の策定内容について説明	116件
①	ワンストップ窓口対応（電話相談・専門家派遣等）	576件
②	市町村等「除染活動」支援・協力、技術相談・指導 対象：公共施設、学校、公園、住宅、田・畑、森林、道路、車など	603件
③	除染活動に係る講習会、除染活動者育成等の支援 対象：各市町村・地区住民、PTA、農協、森林・消防・業者組合など	80件
④-a	仮置場設置に係る技術指導、現地調査（測定・評価等）	251件
④-b	仮置場関係の住民説明会対応	82件
⑤	住民説明会対応（除染方法の説明、放射線に関する説明等）	36件
H23.9.28～H27.9.30 までの累計		1744件

活動件数の月別推移 (H23.09~H27.09)



白河市 阿武隈川親水公園現地調査 (H26.10)

<依頼内容>

- 福島県県南建設事務所所管の白河市 阿武隈川河川敷にある親水公園（いこいの河畔・右岸、左岸、こみね・あぶくま公園、かしま・あぶくま公園）の除染方法について相談があり、現地調査を実施した。



<調査項目>

- (1) ガンマプロッタによる空間線量率（1m高さ）の測定
- (2) NaIシンチレーション式サーベイメータを使用した空間線量率の測定
- (3) 積算線量計を用いた個人被ばく線量測定
- (4) RESETによる自然減衰評価

高さ1mの空間線量率分布（こみね阿武隈公園、コース）

現地調査



ガンマプロッタによる
線量率分布の測定



NaIシンチによる空間線量率の測定



積算線量計
(DOSE-e) の例
(富士電機HPより)

<調査結果・考察>

- ガンマプロッタ及びNaIシンチレーションによる測定結果
線量率の高い場所は、法面下、草地と道路や通路との境など雨水が滞留しやすい部分であった。
- 除染活動支援システム (RESET) による予測
除染をしなくても1年後には $0.23\mu\text{Sv/h}$ 以下に低減することが予測された。除染を行う場合も、面的な除染は不要でありホットスポット除染を行うことを推奨した。除染の方法として除去土壌を発生させない「天地返し」を推奨した。
- 遊具が設置されている場所など子供が長く滞在する可能性が考えられる場所については、必要に応じて除染することを推奨した。

除染活動支援システム“RESET”

開発の目的

効果的・効率的な除染の実施を目的に、簡便なユーザーインターフェイスを有し、除染効果の予測、除染工法の選定、除染費用の見積もり等の作業を支援する「**除染活動支援システム (RESET*)**」を開発した。

※RESET : The Restoration Support System for Environment

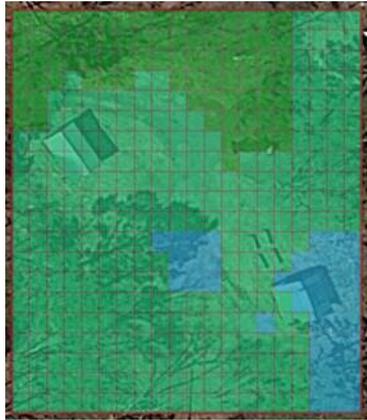
RESETの主な機能

- ◎ 線量率の可視化
- ◎ 除染のシミュレーション

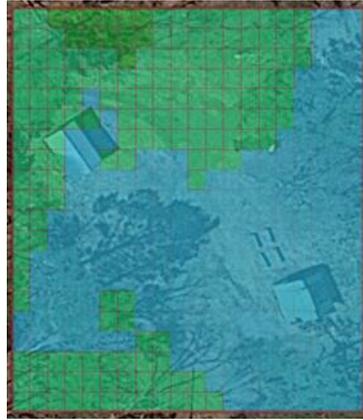
- ◎ 線量率の将来予測
- ◎ 除染費用の概算



除染前線量測定結果



除染前の線量率

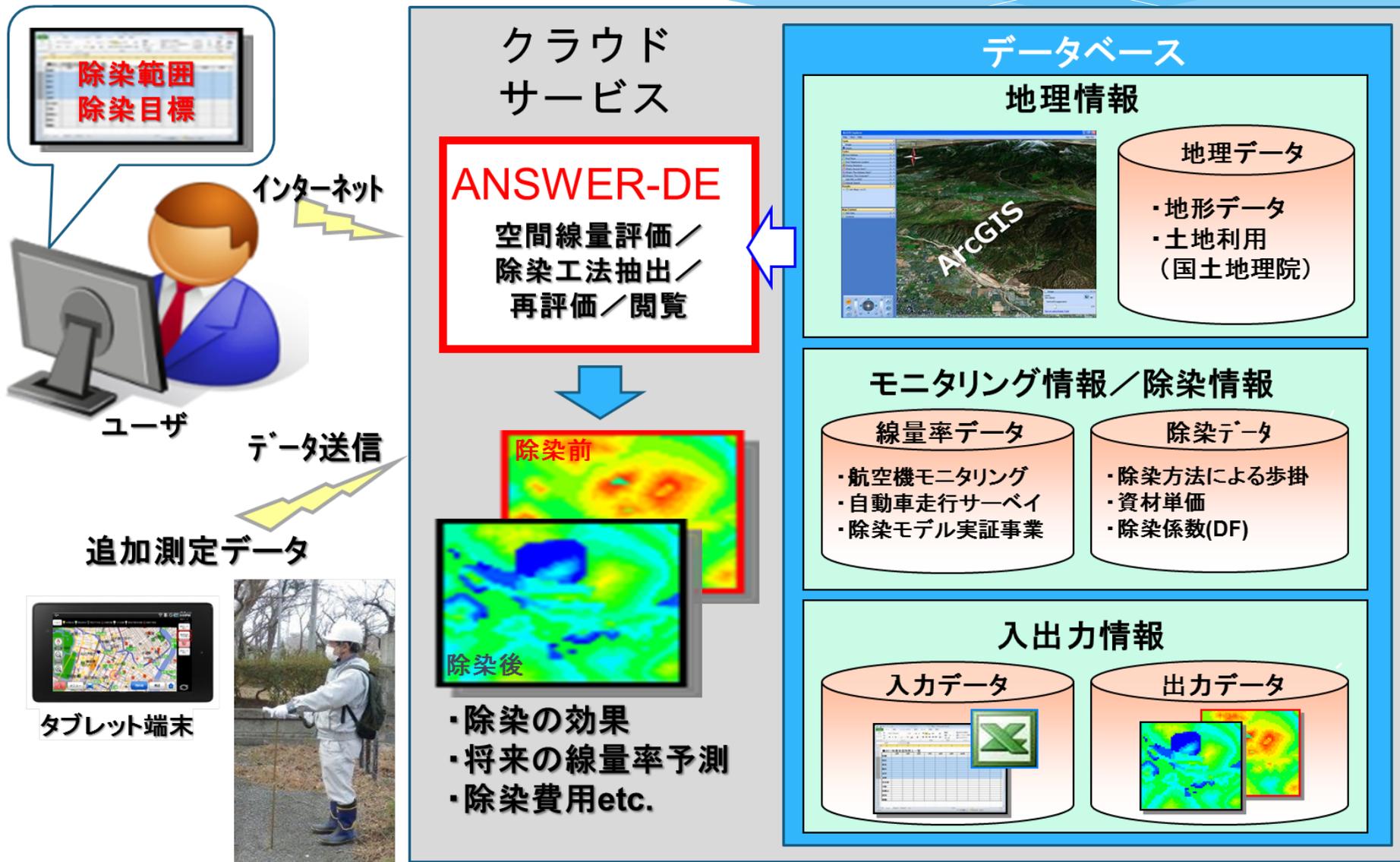


除染後の線量率

A screenshot of the RESET software interface. It displays a spreadsheet with columns for '除染手法' (decontamination method), '費用合計' (total cost), and '見積' (estimate). A red callout box highlights a feature: '除染手法割合に除染面積に対する割合を入力すると、単価と面積等から費用合計を算出。' (When inputting the ratio of decontamination area to decontamination method ratio, the total cost is calculated from unit price and area, etc.). The spreadsheet contains various rows of data for different decontamination methods and their associated costs.

除染費用の概算結果

システムの概要



RESETの利用実績

RESETは、除染を進める福島県内の市町村、福島県、環境省等で利用頂いているほか、福島県内外の市町村等からの依頼に応じて除染のシミュレーションや空間線量率の将来予測等を行っています。

◎ ID、パスワードの配布した自治体等

- ・ 市町村：12市町村
- ・ 福島県：除染対策課、避難地域復興課
- ・ 環境省：福島環境再生事務所ほか2支所

◎ 依頼実績

- ・ 除染のシミュレーション、空間線量率の将来予測等18件(平成27年10月現在)

◎ 平成26年度福島県市町村除染技術支援事業(技術4)



希望される市町村には説明に伺います。
また、利用に際しては簡単な講習を実施しています。

RESETの推奨環境

1. OS Windows 7 (VISTA、WIN8、WIN8.1可)
2. InternetExplorer9,10,11 (Chrome、FIREFOX 可)
3. JavaScript 有効
4. MS Excel 2007、2010

問合せ先：日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門 福島環境安全センター／山下、澤幡
E-MAIL：fukushima-reset@ml.jaea.go.jp TEL：024-529-5560 (代表)

RESETによる帰還困難区域における線量率の将来予測

目安となる線量率

線量率	年間の追加被ばく線量	備考
0.23 μ Sv/h	1 mSv	線量1mSvは国が策定した長期的な線量低減目標（ICRPの勧告に基づく追加被ばく線量の下限レベル）。
1.0 μ Sv/h	5 mSv	事故直後の福島市のレベル。
2.5 μ Sv/h	5mSv：除染電離則（週40時間52週換算）	2.5 μ Sv/h以下は被ばく管理が不要。
3.8 μ Sv/h	20 mSv	年間20mSv以下は避難指示解除準備区域。

目安となる線量率までに低減する時間

現在の空間線量率（ μ Sv/h）	下記の線量率に低減するまでの年数					
	0.23 μ Sv/h		1.0 μ Sv/h		2.5 μ Sv/h	
	未除染	除染	未除染	除染	未除染	除染
19	100年以上	100年以上	100年以上	50年以上	50年以上	約25年
3.8	100年以上	50年以上	約40年	約4年	約4年	—
2.5	50年以上	約50年	約20年	—	—	—
1.0	約50年	約10年	—	—	—	—

※線量低減予測はセシウムの物理減衰のみを考慮

帰還困難区域における除染効果を踏まえた線量予測に基づく 復興計画への提案

- 国が長期目標とする年間の追加被ばく線量 1mSv ($0.23\mu\text{Sv/h}$) が帰還困難区域の主要な地域で達成できるのは、除染を行っても50年以上を要すると予想される。
- ICRPの勧告では、「緊急被ばく状況」では状況に応じて $20\sim 100\text{mSv}$ の間、「現存被ばく状況」は状況に応じ 1mSv/年 及び 20mSv/年 の間が参考レベルとして示されている。
- 事故直後の福島市の線量率レベルは $1.0\mu\text{Sv/h}$ (5mSv/年) 前後であったが、現在までに放射線の影響とされる健康被害は報告されていない。

これらを勘案すると、住民の帰還に際しては $0.23\mu\text{Sv/h}$ を目標とすることは現実的ではなく、健康被害に関して科学的根拠のあるより現実的な目標設定（例えば 5mSv/年 を目安）が望まれる。また、住民の帰還や産業再開が進めば、人の活動により線量低減が更に加速されると予想される。

V. 環境回復技術開発の状況

- 1) 可搬型高感度水モニタリング車の開発
(水の放射性物質濃度を現地で測定する車両積載型の装置)
- 2) 砂利除染システムの開発
(効率的・合理的な砂利除染のための試験)
- 3) 除去土壌の減容処理技術の高度化
(土壌からセシウム吸着鉱物を選択的に分離する技術)
- 4) 最終処分に向けた除去土壌の減容・再生利用に関する取組

「可搬型高感度水モニタリング車」 (水モニタ) の開発

井戸水、湧水等の生活用水、ため池等の農業用水の水中放射性物質濃度を現地で測定する車両積載型の装置「水モニタリング車」の開発に取り組んできました。
2014年6月に装置が完成し、現在は現場での実証試験に取り組んでいます。



＜可搬型システムの構成＞

4WD車両にGe半導体検出器及び測定用資器材を搭載している。



＜車外で使用する資器材＞

ポンプ、発電機、ホース等を荷室の後部へ積載している。

遮へい体上部を開け、測定容器（通水しながら測定）を取り出した状態。⇒



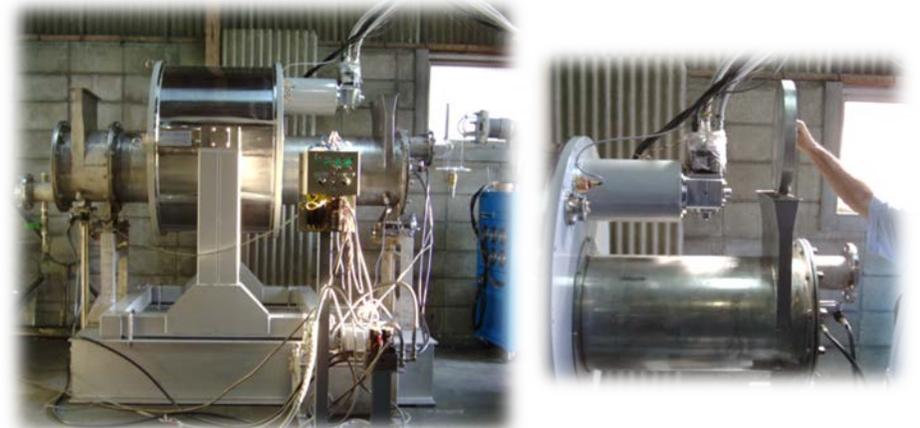
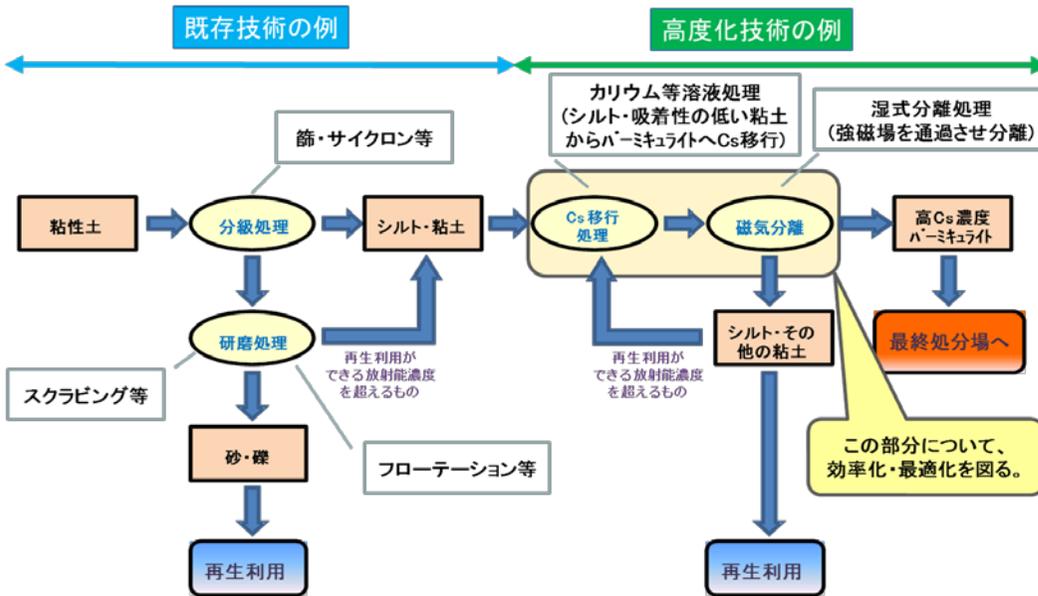
＜Ge半導体検出器＞

荷室の前部に搭載し、資器材置き場とは隔壁で仕切られている（汚染防止）。

除去土壌の減容処理技術の高度化

分級技術等によって分離した細粒分（放射性セシウムを含む粘土・シルト）から、放射性セシウムが吸着した粘土鉱物（バーミキュライト）を選択的に分離できる減容処理技術に取り組んでいます。

土壌の減容処理システム高度化(イメージ)



強磁場発生装置の例
発生磁場強度：7テスラ(70,000ガウス)



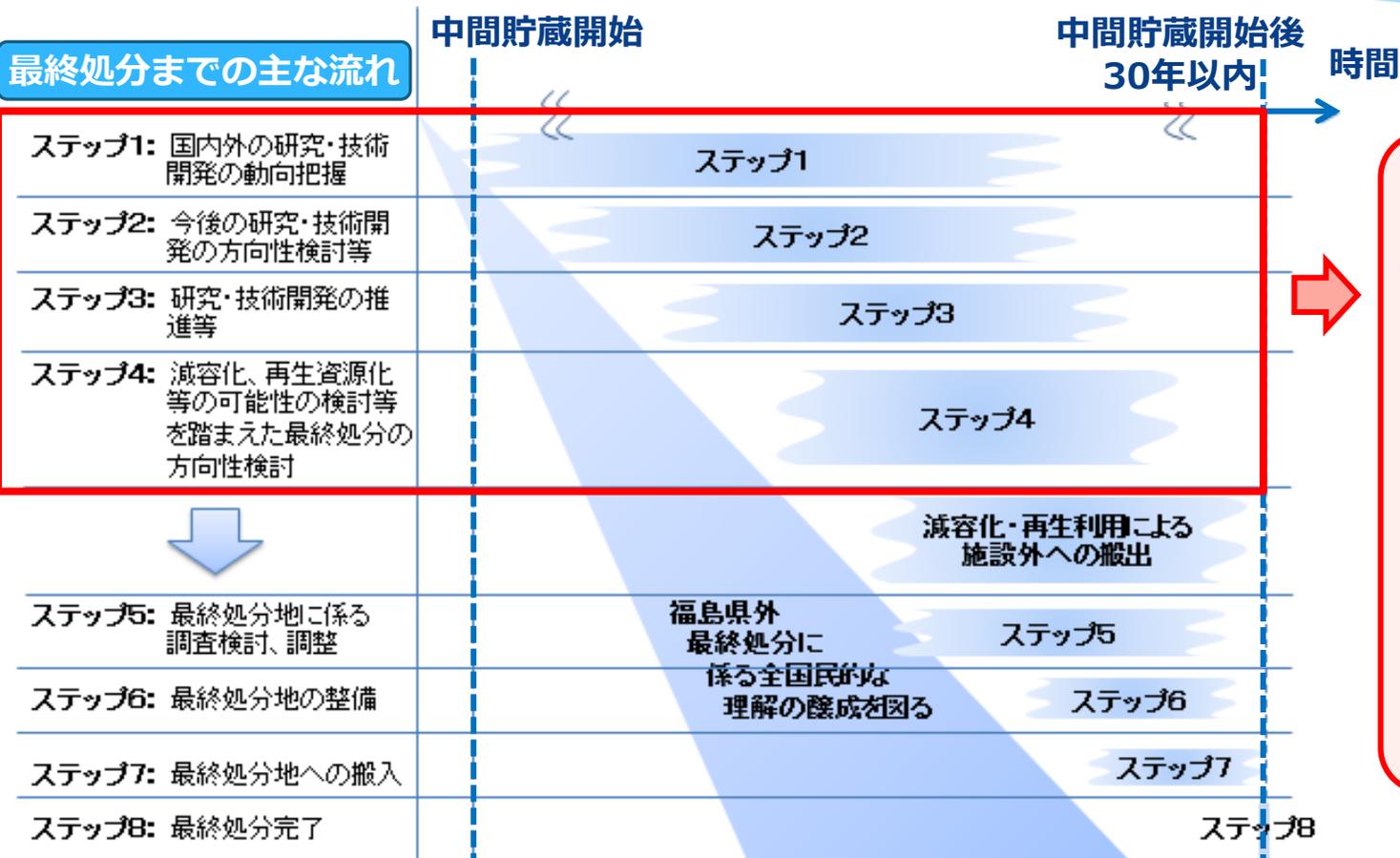
磁気フィルタの例
材質：SUS430(軟強磁性体)
メッシュ：5メッシュ 線径：1mmφ

本処理技術では、バーミキュライトを磁気フィルタに吸着させて回収するため、処理前後で土壌の性状変化がほとんどなく、環境への負荷が少ない。

最終処分に向けた除去土壌の減容・再生利用に関する取組

環境省から「平成27年度最終処分に向けた技術開発戦略策定調査業務」を受託して取り組んでいます。

1. 減容技術の現状及び課題とその対応案の検討
2. 再生利用に関する課題の検討
3. 減容・再生利用等技術開発戦略の検討



最終処分に向けた技術開発戦略策定調査業務として、平成27年度から検討を開始した。

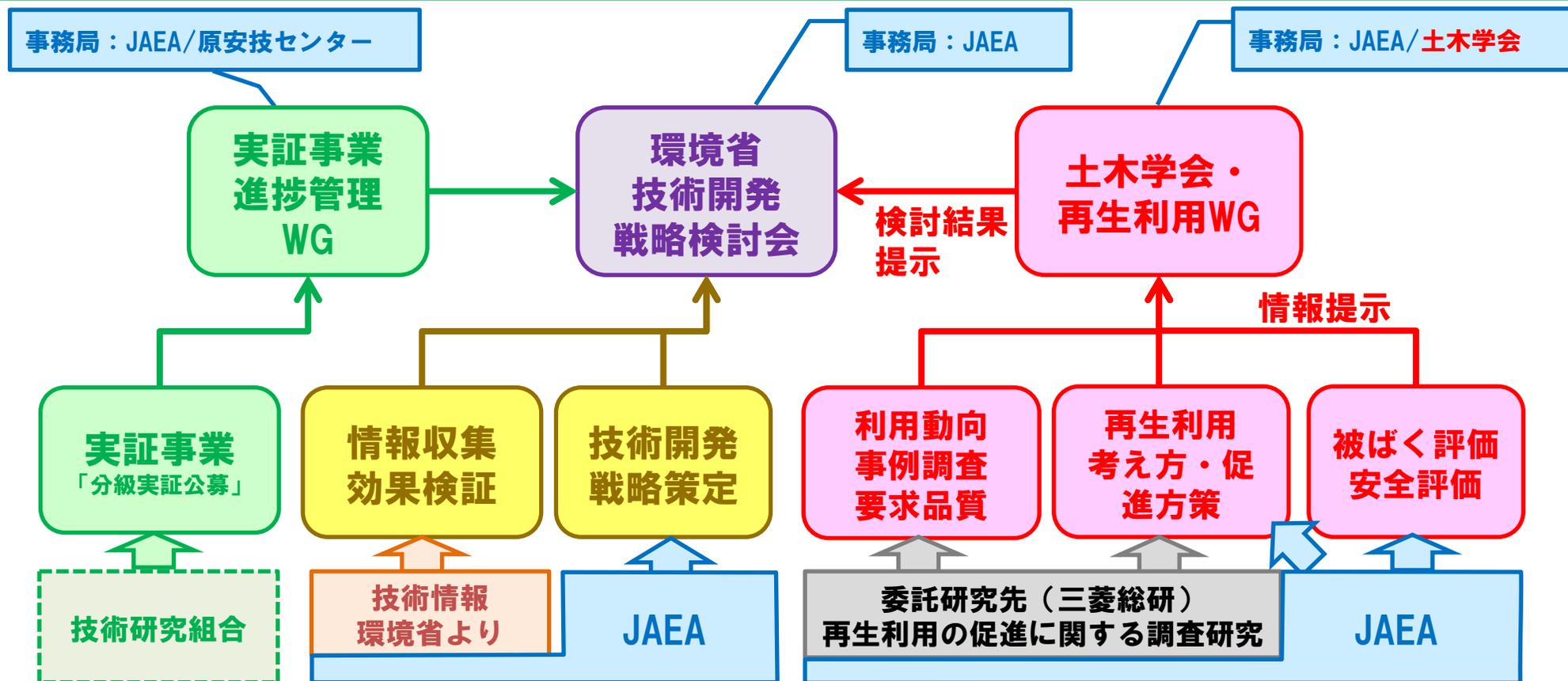
- 平成27年度は、除去土壌の放射線濃度別の発生量、性状等を詳細に把握
- 今後数年かけ、出来るだけ再生利用を進めるための技術開発戦略の策定及び再生利用促進方策の検討を実施

検討のスケジュール

	平成27年度	平成28年度	平成29年度～
減容技術の現状及び課題とその対応案 ○減容技術の現状評価と課題の検討 ○国直轄型（分級システム実証事業） ○公募型（※）（技術評価事業）	減容技術の現状評価と課題の検討	減容技術の精緻化・情報更新 （分級システム実証事業及び技術評価事業の成果を反映）	
	分級技術に係る各種評価と低濃度生成物のモデル的活用		
	将来活用可能性がある技術の小規模実証・評価		
再生利用に関する課題の検討 ○再生利用の考え方、再生利用促進方策の検討 ○要求品質、安全性評価の実証試験	再生利用のための要求品質・安全性評価方法の検討 再生利用の考え方（指針等）の策定	再生利用促進方策の検討・とりまとめ	要求品質・安全性評価のための実証試験
	全体戦略の精緻化、進展状況のレビュー、戦略の見直し		
	全体戦略の検討		
減容・再生利用等技術開発戦略の検討	全体戦略の検討	全体戦略の精緻化、進展状況のレビュー、戦略の見直し	
検討会等の開催（上記事項の進捗管理等）	7/21 第1回 （平成27年度は検討会を3～4回程度開催予定）	検討会	
	ワーキンググループ		

※除染・減容等技術実証事業（平成23年度より実施中のもの）

再生利用の促進に関する調査体制（JAEA、土木学会、MRI）



土木学会・再生利用WGにおいて、JAEAおよび三菱総研の実施する再生資材等の利用動向調査、放射性物質を含む再生資材の利用に係る事例調査、再利用先に応じた要求品質の検討、再生利用の考え方の策定、再生利用時の被ばく評価、再生利用促進方策の内容について提示し、再生利用方策について議論を行う。

8月28日に第1回再生利用WGを開催し、調査計画の概要を報告し、議論を行った。

VI. まとめ

除染推進専門家チームは、国及び自治体に協力して、除染に係る技術的な協力・支援、最終処分に向けた除去土壌の減容・再生利用等の検討に取り組んでいます。

今後も、引続き福島環境回復と避難されている方々の早期帰還を加速するために取り組んでいきます。