

福島支援業務の状況

平成23年11月9日
日本原子力研究開発機構
地層処分研究開発部門

1

■原発事故に伴う機構の支援状況

■地層処分研究開発部門の支援状況と今後の課題

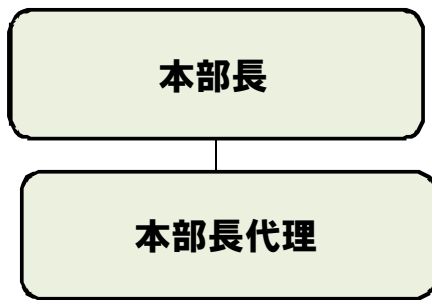
- 周辺住民等の相談対応
- サイト内
- サイト外(福島県以外も含む)
- 課題

2

福島第一原子力発電所事故後の支援状況の経緯

- 3月11日 東日本大震災発生
理事長を本部長とする「原子力機構対策本部」設置
指定公共機関として緊急事態への支援活動(環境モニタリング等を開始, 現在も継続中)
- 4月17日 東京電力「福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋」公表
- 5月1日 ロボット操作車を福島第一原子力発電所に派遣
- 5月6日 「福島支援本部」設置
福島大学付属中学校・幼稚園で校庭・園庭の放射線低減対策の効果を実証
- 6月30日 福島事務所開設
- 7月8日 幼稚園・保育園・小中学校を対象としたコミュニケーション活動を開始
- 7月11日 福島県民を対象とした内部被ばく調査を開始
- 7月20日 福島大学と連携協定を締結
- 8月31日 福島支援本部組織変更(福島環境支援事務所等設置)

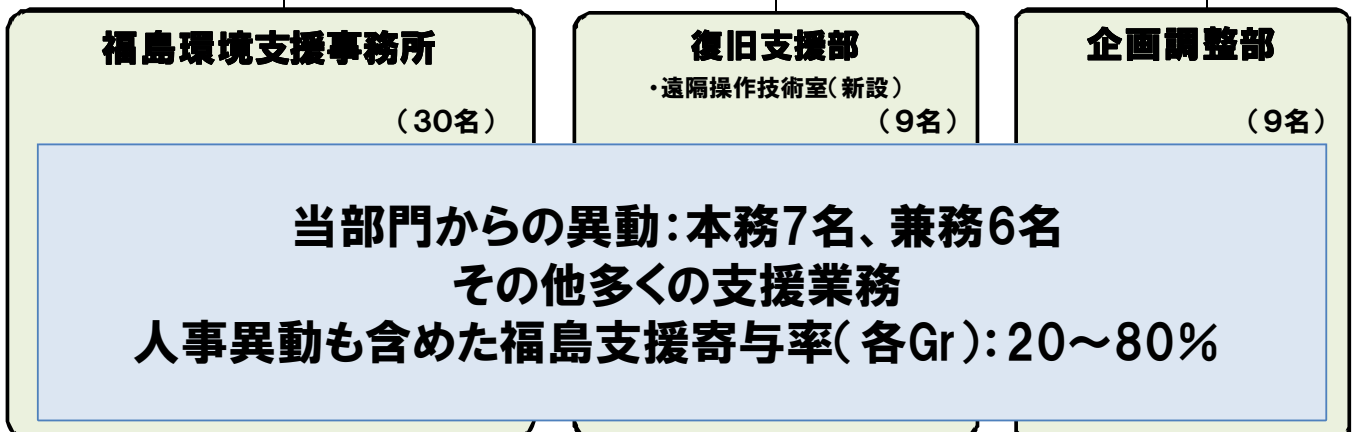
「福島支援本部」の目的及び構成



これまでの福島支援の取組みを継続しつつ、更に中長期的な視点から機構の専門的人材と研究施設を最大限活用し、総力をあげて取り組むために「福島支援本部」を設置
その活動の目的としては、

1. 発電所事故の収束に向けた支援
2. 周辺環境の放射能影響の把握・低減
3. 周辺住民等に対する支援

(8/31組織再編)



○ 電話相談対応

- ・ 住民問合せ窓口等の運営としてNEATでの電話対応 → 9月末までに172人・日
(現在も継続中)
- ・ 福島県が設置した窓口での電話対応 → 8月末までに156人・日
(現在は機構の参画なし)

○ 文科省が設置しているEOC(非常災害対策センター)業務への助勢

- ・ 環境放射線・放射能データのとりまとめ等 → 9月末までに1,018人・日
(現在も継続中)
- ・ 国際対応活動に対する協力活動 → 9月末までに56人・日
(今後、地層部門が担当するかは未定)

○ その他

- ・ 学校等での放射線勉強会や除染に関する地元説明会、一時帰宅支援など

サイト内支援

①高レベル汚染水の移送

＊RW集中建屋性能評価(関係部署と連携)

②地下水汚染防止対策(遮水壁)対応

＊地下水流動解析

＊核種移行解析

＊設計施工に対する技術コメント

③高レベル汚染水の処理

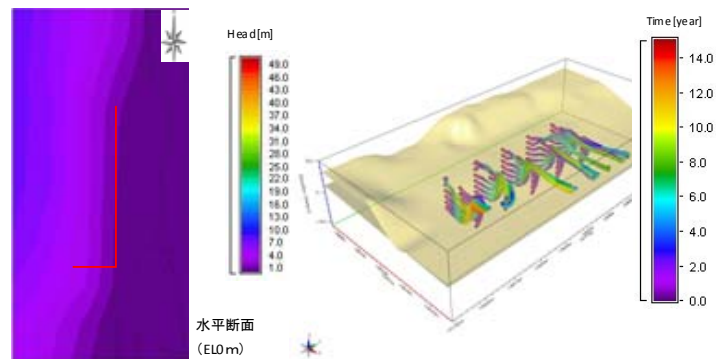
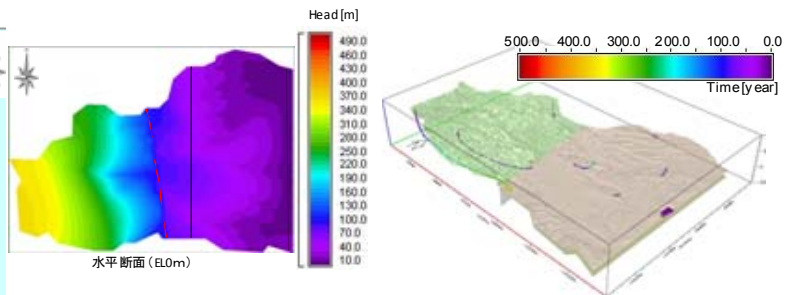
＊核種の化学形態等解析

＊設計に対する技術コメント

④事故廃棄物の処理処分

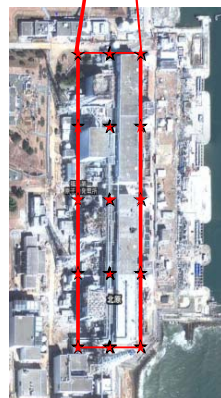
＊既存の廃棄物分類との違いの評価、分析設備整備など

サイト内および周辺粒子追跡線解析



● 粒子追跡線解析のスタートポイントの配置(図中★部)

- 1～4号機の下部, 標高0m, -10m, -20m, -30m, -40m, -50mの地点
- 解析領域内の高標高部(大局的な地下水流動方向の視覚化のため)



- サイト周辺の地下水は、海に向かう流れが主
- サイト浅部における平均的な地下水流速は1E-6(m/s)程度
- 平均的な動水勾配は、飽和解析で0.05程度、飽和／不飽和解析で0.02程度
- 汚染地下水の流出時間は、数年程度
- 汚染地下水の流出までの移動距離は、飽和解析で50～100m程度、飽和／不飽和解析で200m程度

地下水汚染防止対策(遮水壁)対応

■ 位置づけと目的

- 現在、建屋内の滞留水の水位はサブドレン水(地下水)と同程度であるため、地中へ大量に流出することはないと考えられるが、今後、滞留水が地中へ流出し、海洋汚染を拡大させる可能性は完全には否定できない。

このため、**地下バウンダリは海洋汚染拡大防止に対して万全を期すため、事業者が自主的に設置するものと位置づける。**

- 地下バウンダリの設置にあたっては、以下の事項について確認する。

- 地下水による海洋汚染拡大の防止
- 他プロジェクト等に影響を及ぼさないこと

- 基本設計においては、以下の成立性を確認する。

- 遮水壁が要求性能(遮水性、耐震性、耐久性)を満足する構造となっていること
- 遮水壁を設置し、地下水管理を行うことにより、海洋汚染拡大を防止できること

* 東電中長期対策チーム地下水サブチーム定例会資料「遮水壁(海側)の基本設計の検討状況について」より抜粋

海側／陸側遮水壁の設置(対策室)検討

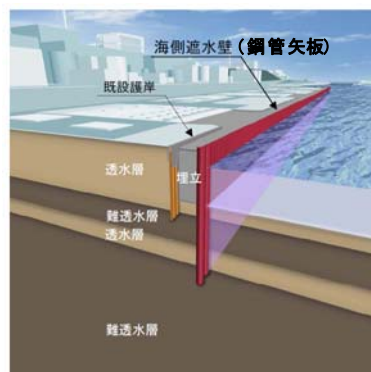
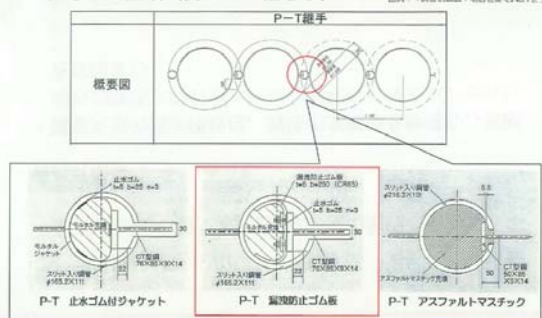
■ 海側遮水壁の概要

□ 設計条件

- 遮水壁として鋼管矢板を連続的に施工する。既設護岸と遮水壁の間は埋め立てる。
- 鋼管矢板の透水係数は、既往の文献等を参考に、建屋周りの難透水層の透水係数と同程度となる 10^{-6}cm/s を採用する。

□ 鋼管矢板

・ 継ぎ手の種類 (例: P-T継ぎ手)



□ 地下水管理

- 海側遮水壁と既設護岸との間に地下水ドレンを設置し、地下水を揚水する。
- これにより、地下水ドレン位置での地下水位を平均潮位以下とし、汚染地下水の海洋への漏出を防止する。

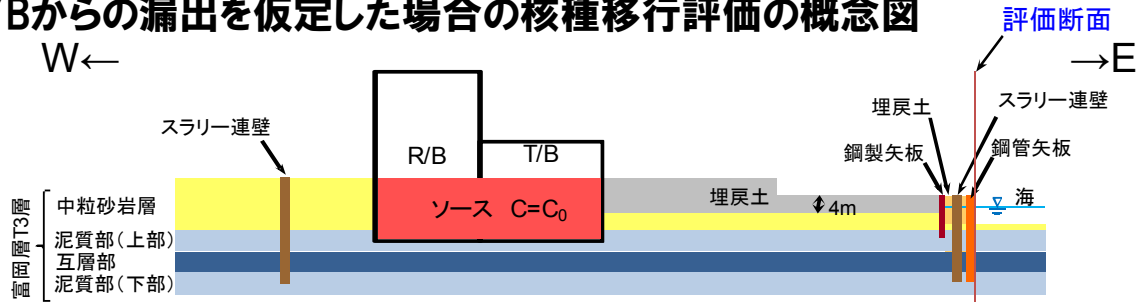
■ 陸側遮水壁について

- 陸側遮水壁を設置し、地下水位が低下することによる建屋内滞留水の流出リスクや施工面の課題(安定化に向けた他プロジェクト等との干渉)を考慮し、現時点では追設しない。

* 東電中長期対策チーム地下水サブチーム定例会資料「遮水壁(海側)の基本設計の検討状況について」より抜粋

サイト全体を取り囲む遮水壁の設置と核種移行解析

■ T/Bからの漏出を仮定した場合の核種移行評価の概念図



■ 核種移行パラメータ

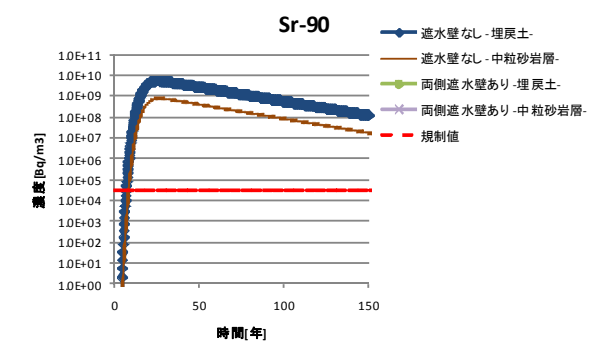
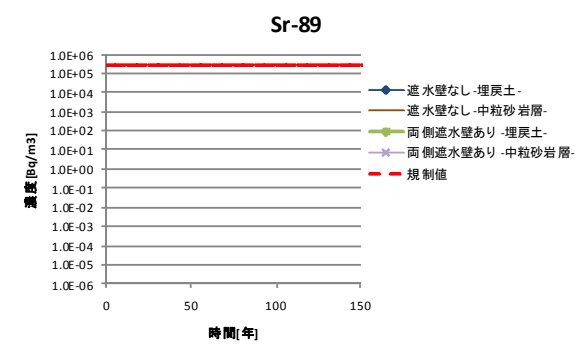
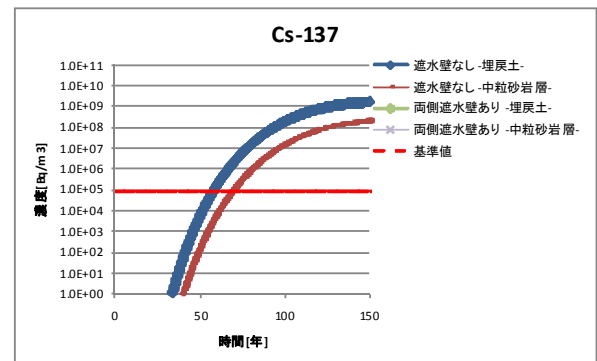
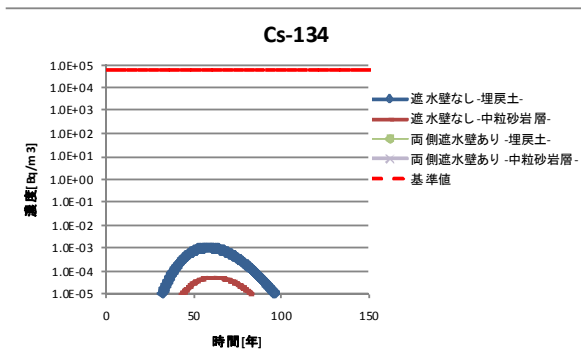
- 評価対象核種: H-3, Sr-89, Sr-90, I-131, Cs-134, Cs-137, Pu-238, Pu-239
- 表中に示す核種移行特性はJAEA核種移行データベース等の中から淡水系地下水に対する岩石、ベントナイト中及び土壌中の分配係数、実効拡散係数の値や傾向性を考慮して設定した。

地層	岩相	間隙率 [-]	乾燥密度 [kg/m ³]	トリチウム			Sr			I			Cs			Pu		
				分配係数 [m ² /kg]	遅延係数 [-]	実効拡散係数 [m ² /s]	分配係数 [m ² /kg]	遅延係数 [-]	実効拡散係数 [m ² /s]	分配係数 [m ² /kg]	遅延係数 [-]	実効拡散係数 [m ² /s]	分配係数 [m ² /kg]	遅延係数 [-]	実効拡散係数 [m ² /s]	分配係数 [m ² /kg]	遅延係数 [-]	実効拡散係数 [m ² /s]
埋戻土		0.41	1593	0.00E+00	1.00E+00	1.00E-09	0.00E+00	1.00E+00	1.00E-09	0.00E+00	1.00E+00	1.00E-09	0.00E+00	1.00E+00	1.00E-09	0.00E+00	1.00E+00	1.00E-09
埋戻土・盛土		0.46	1458	0.00E+00	1.00E+00	1.00E-09	1.00E-03	4.17E+00	1.00E-09	0.00E+00	1.00E+00	1.00E-09	1.00E-02	3.27E+01	1.00E-09	1.00E-01	3.18E+02	1.00E-09
段丘堆積層		0.41	1593	0.00E+00	1.00E+00	1.00E-09	1.00E-03	4.89E+00	1.00E-09	0.00E+00	1.00E+00	1.00E-09	1.00E-02	3.99E+01	1.00E-09	1.00E-01	3.90E+02	1.00E-09
高圧層T3層	中粒砂岩層	0.41	1593	0.00E+00	1.00E+00	1.00E-09	1.00E-03	4.89E+00	1.00E-09	0.00E+00	1.00E+00	1.00E-09	1.00E-02	3.99E+01	1.00E-09	1.00E-01	3.90E+02	1.00E-09
	泥質部(上部)	0.54	1242	0.00E+00	1.00E+00	1.00E-09	1.00E-02	2.40E+01	1.00E-09	0.00E+00	1.00E+00	1.00E-09	1.00E-01	2.31E+02	1.00E-09	1.00E+00	2.30E+03	1.00E-09
	互層部	0.41	1593	0.00E+00	1.00E+00	1.00E-09	5.00E-03	2.04E+01	1.00E-09	0.00E+00	1.00E+00	1.00E-09	5.00E-02	1.95E+02	1.00E-09	5.00E-01	1.94E+03	1.00E-09
	泥質部(下部)	0.54	1242	0.00E+00	1.00E+00	1.00E-09	1.00E-02	2.40E+01	1.00E-09	0.00E+00	1.00E+00	1.00E-09	1.00E-01	2.31E+02	1.00E-09	1.00E+00	2.30E+03	1.00E-09

サイト全体を取り囲む遮水壁の設置と核種移行解析

■ T/Bからの漏出を仮定した場合の核種移行解析(解析結果の一例)

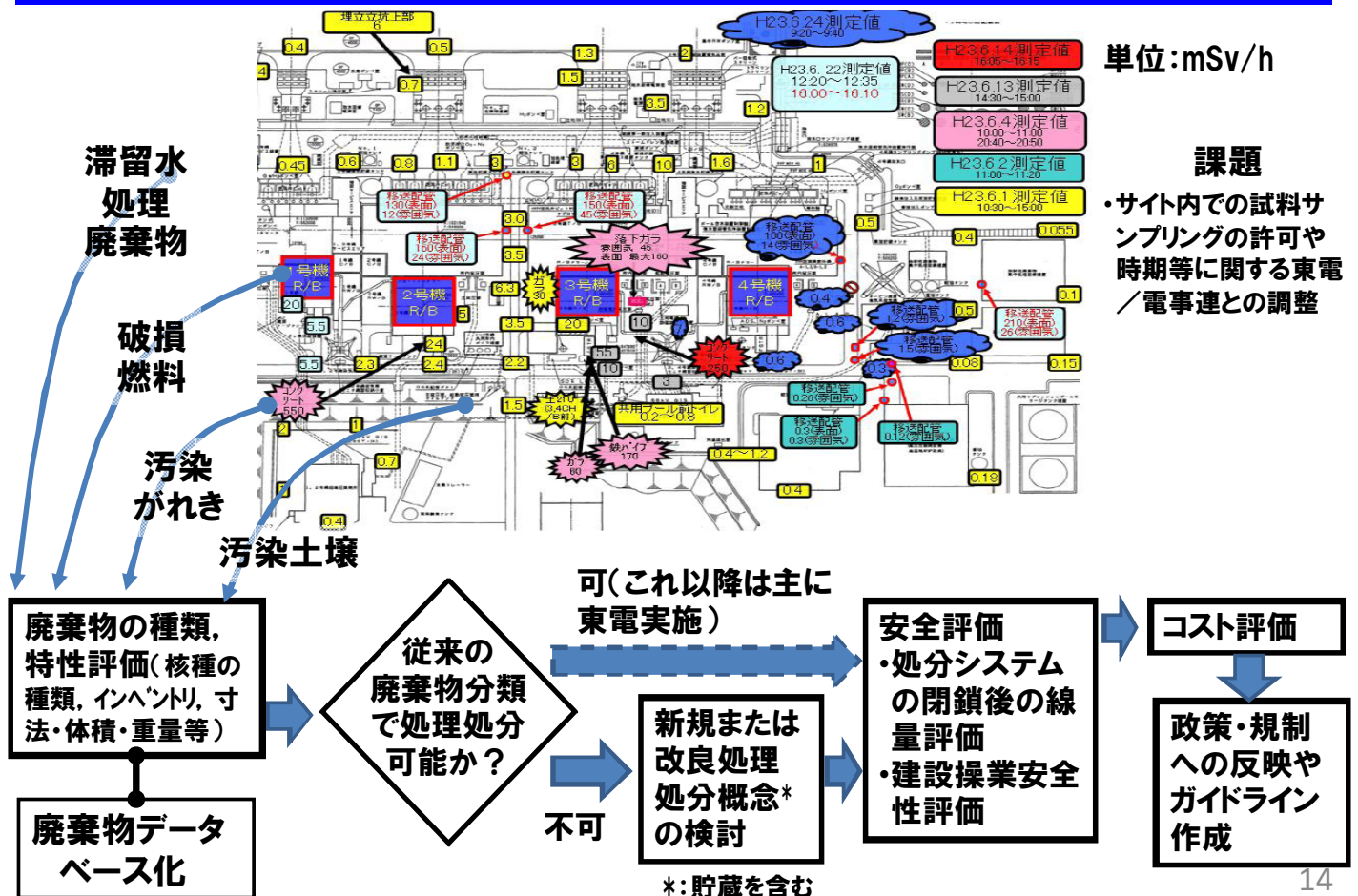
- 埋戻土、中粒砂岩層、泥質部、互層部における物質収支を考慮した2次元移流・拡散解析
- 遮水壁を設置する場合としない場合 → 遮水壁を設置する場合は建屋全体を取り囲む構造として解析した。
- 解析コード: GoldSim (米国GoldSim社)



サイト内対象事故廃棄物

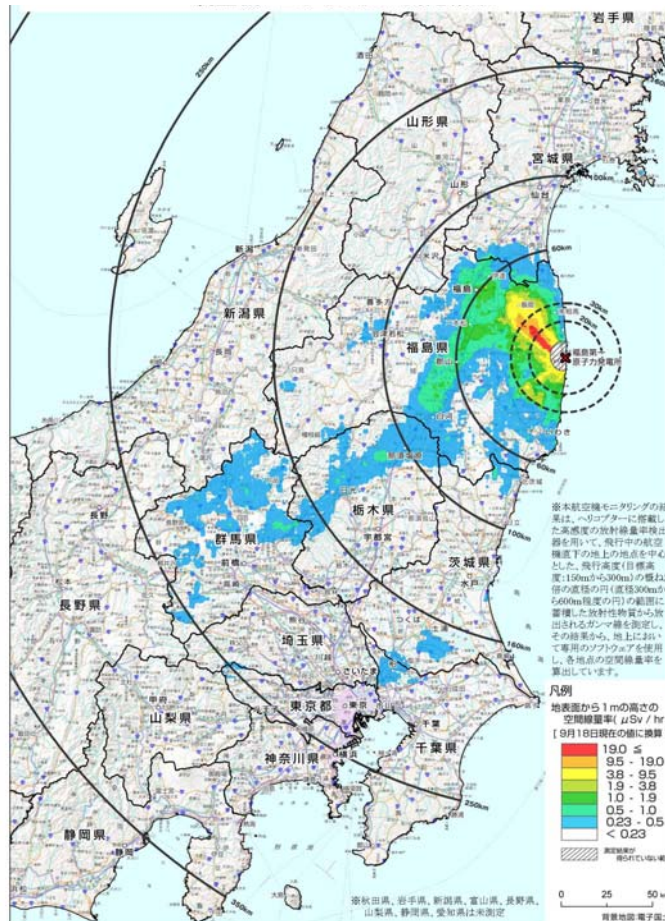
- ・ 滞留水(高レベル, 低レベル)処理廃棄物:
 廃ゼオライト, 廃スラッジ
- ・ 破損燃料: 溶融燃料, 軽度な破損燃料
- ・ (サイト内の)汚染がれき
- ・ (サイト内の)汚染土壌
- ・ 解体廃棄物(通常施設, 事故対応施設)
- ・ その他(海底汚染土など)

サイト内事故廃棄物処理処分研究開発の進め方



サイト外支援

航空機モニタリングの測定結果(空間線量率分布)



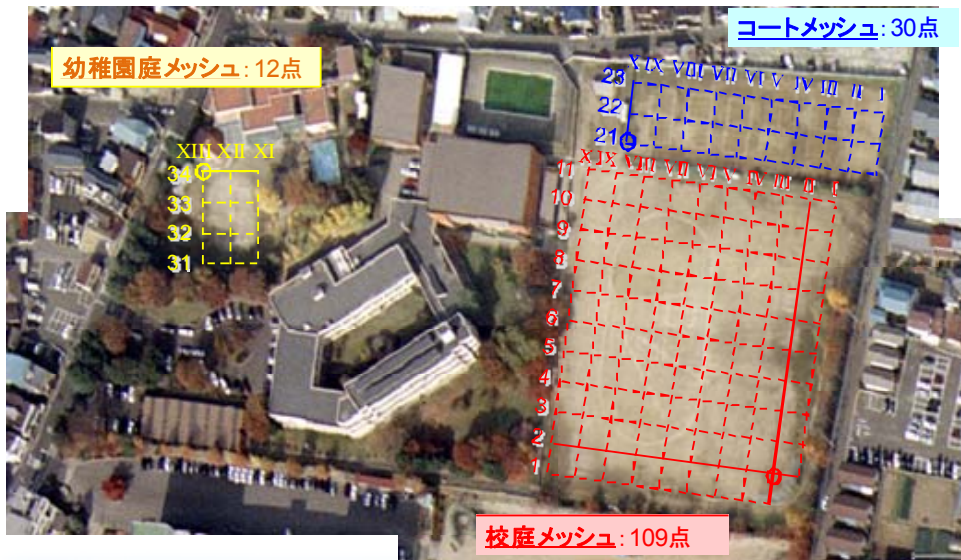
- ① 福島大学附属中学校校庭、幼稚園庭の線量低減化試験
- ② 福島県内学校等の線量測定・線量低減化試験
- ③ 除染ガイドライン策定作業(伊達市、南相馬市;当部門⇒支援本部ライン業務)
- ④ 茨城県ホットスポット除染試験、県の「除染の手引き」作成支援
守谷市幼稚園、北茨城市幼稚園、取手市高校調整池
- ⑤ サイト外環境修復支援に関する検討
* 飯館村をはじめとする地下水流動解析
* DOE(PNNL)との共同研究模索
- ⑥ 土壌汚染マップ・対策の検討
* 文部科学省科学技術戦略推進費 汚染マップ作成事業

除染に関わる福島支援の例

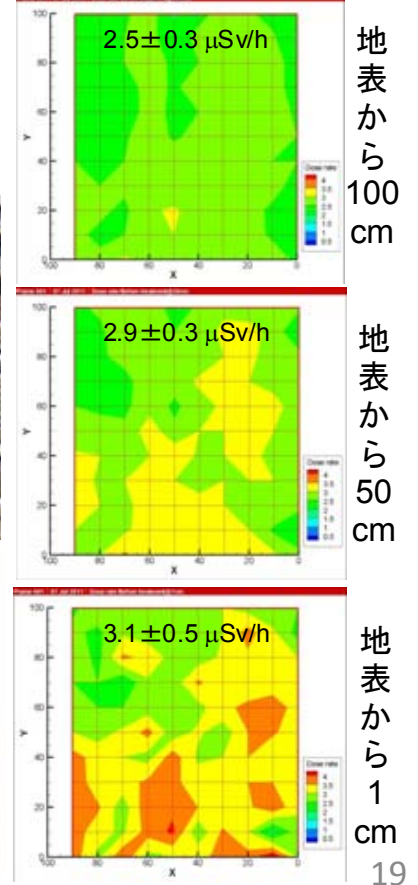


福島大学附属中学校・幼稚園(1/2)

校庭の線量測定結果



測定器: NaIシンチレーション式サーベイメータ



地表から100 cm

地表から50 cm

地表から1 cm

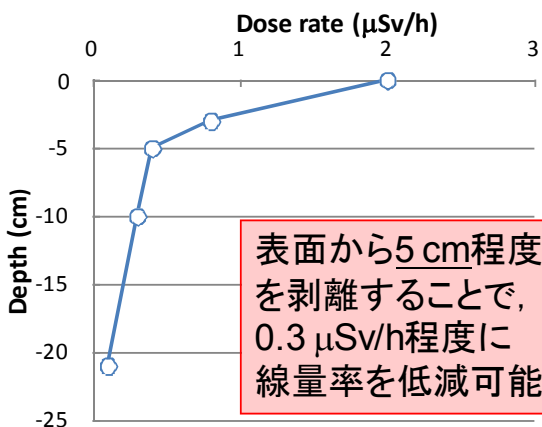
19

福島大学附属中学校・幼稚園(2/2)

校庭における表層剥離による線量低減効果の確認

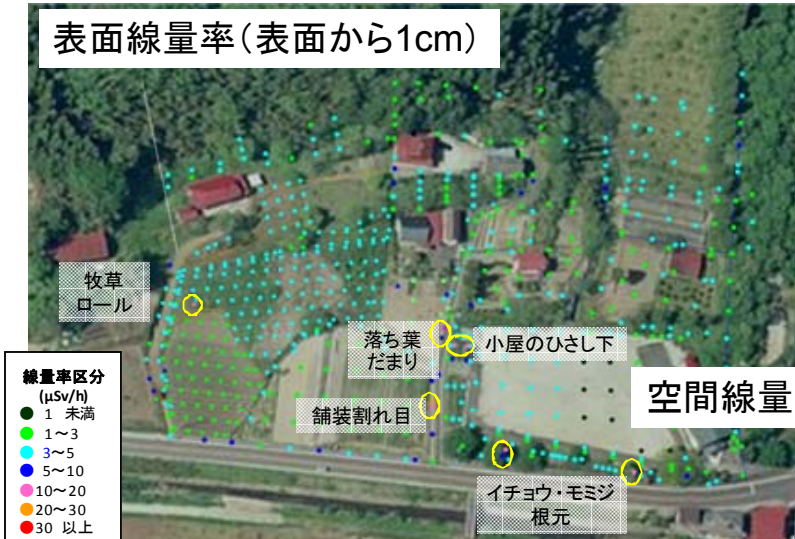


園庭における土の上下入れ換えによる線量低減効果の確認



下小国地区(伊達市)

表面線量率(表面から1cm)



- 線量率区分 (μSv/h)
- 1 未満
 - 1~3
 - 3~5
 - 5~10
 - 10~20
 - 20~30
 - 30 以上

空間線量率(表面から100cm)



- 線量率区分 (μSv/h)
- 1 未満
 - 1~3
 - 3~5
 - 5~10
 - 10~20
 - 20~30
 - 30 以上



ハートランドはらまち(南相馬市)

表面線量率(表面から1cm)

空間線量率(表面から100cm)



- 線量率区分(単位: μSv/h)
- 1未満
 - 1~3
 - 3~5
 - 5~10
 - 10~20
 - 20~30
 - 30以上



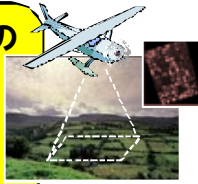
- 線量率区分(単位: μSv/h)
- 1未満
 - 1~3
 - 3~5
 - 5~10
 - 10~20
 - 20~30
 - 30以上

サイト外環境修復に関する検討

当部門で培った技術(放射性物質の移動の予測, 被ばく評価など)を
環境修復や帰還後の生活に係る意思決定支援などに活用

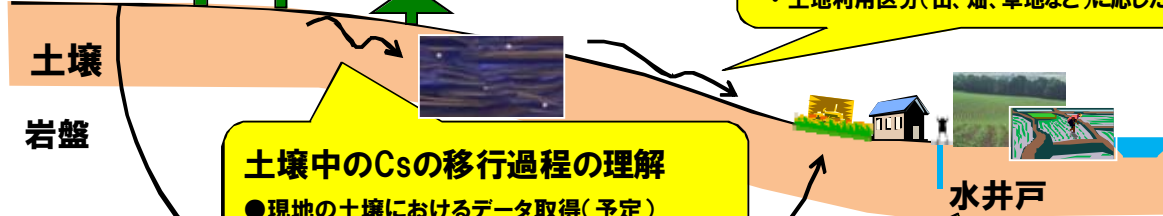
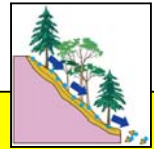
土地利用、土壌、植生、地形等の 現況把握

- 地理情報システム(GIS)による整理
 - ・土地利用、人口密度、土壌、植生、地形等
 - ・詳細メッシュ(数10m四方程度)



表層土壌の移動予測

- 表層土壌の流出量の予測
 - ・土地利用区分(田、畑、草地など)に応じた流出土量



土壌中のCsの移行過程の理解

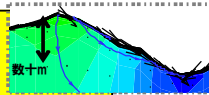
- 現地での土壌におけるデータ取得(予定)
 - ・土壌の種類やCs濃度の違いによる収着過程

被ばく線量評価

- 被ばくカタログの整備
 - ・生活パターン(居住地、年齢層、職業など)による被ばく線量の将来予測

地下水流れに伴う放射性物質の移行予測

- 放射性物質の移行と濃度の予測
 - ・表層から深層への地下水流れによる放射性物質の流出先とその濃度分布(移行時間や移行深度等)



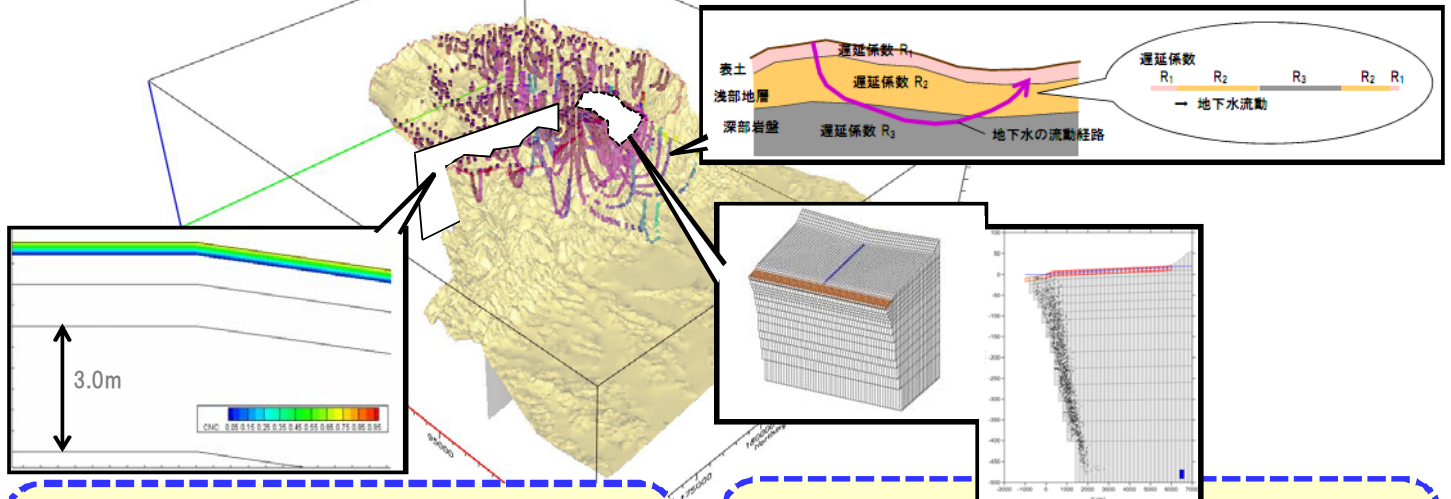
凡例 → 放射性物質の移動

将来環境予測システムの開発

地下水を媒介とした放射性物質分布の検討

- ・三次元モデル
- ・地下水流動のみ考慮
- ・浅層の土壌の影響は未考慮
- ・大局的な地下水流動の把握

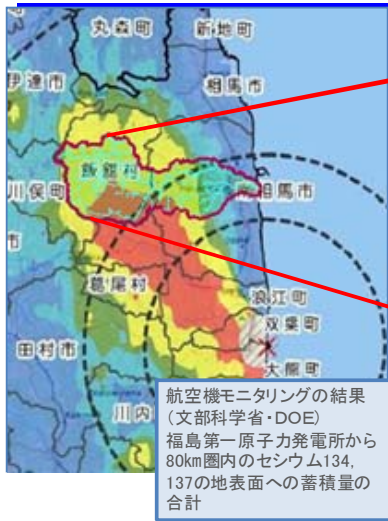
- ・一次元モデル
- ・三次元モデルの結果(流線)を利用
- ・土壌等での遅延効果を簡易的に考慮
- ・遅延を考慮した移行傾向の把握



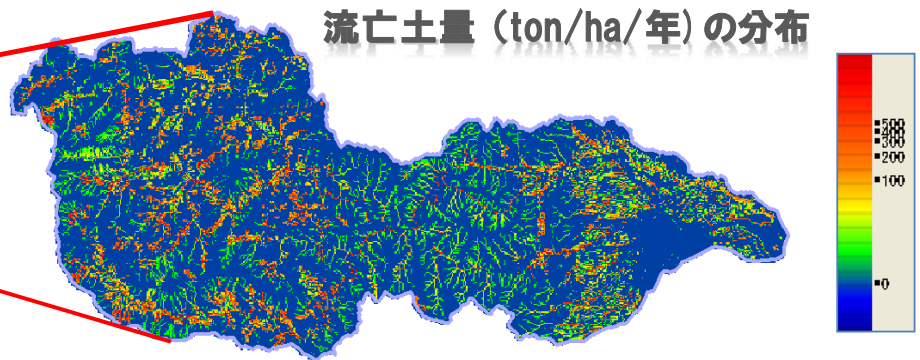
- ・二次元モデル
- ・三次元モデルの結果を利用(領域設定)
- ・遅延効果を移流・分散解析により考慮
- ・遅延を考慮した分布傾向の把握

- ・三次元モデル
- ・土壌、河川・湖沼を考慮
- ・ランダムウォーク法により遅延効果を考慮
- ・表層の遅延を考慮した移行経路の把握

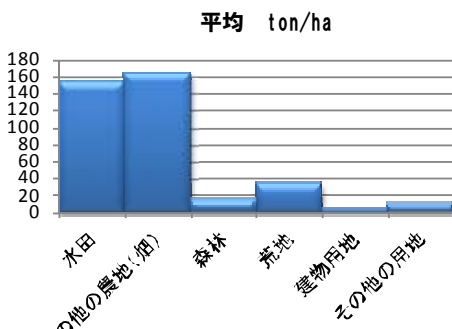
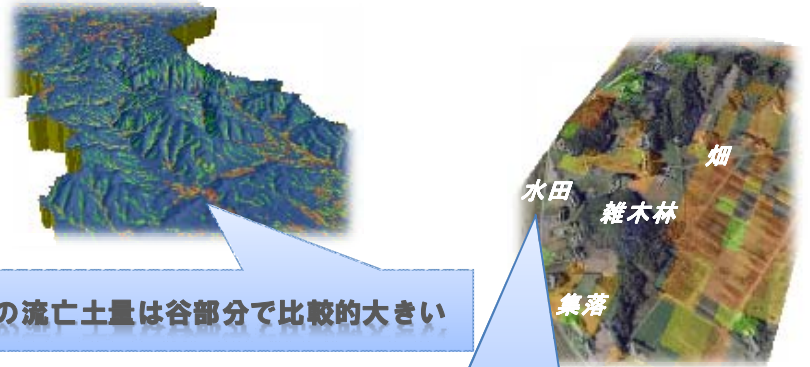
表層土壌の移動解析



流亡土量 (ton/ha/年) の分布



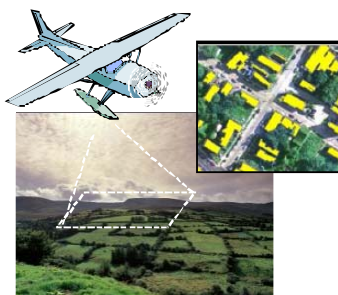
電子国土・オルソ画像



森林の流亡土量は谷部分で比較的大きい

畑地・水田で流亡度量が多い

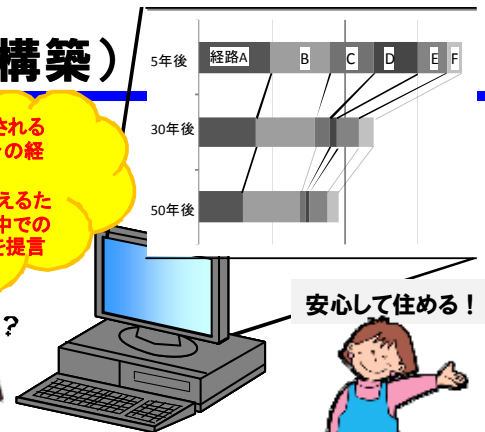
今後の予定: 個別解析の統合化 (システム構築)



土地利用、人口密度、土壌、植生、地形等の現況把握

● 将来の予測される被ばく量やその経路を評価
● 被ばくを押さえるための生活の中での留意点などを提言

住み続けて大丈夫?



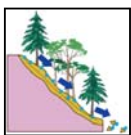
安心して住める!



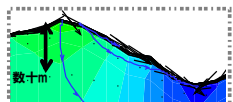
被ばく線量の予測



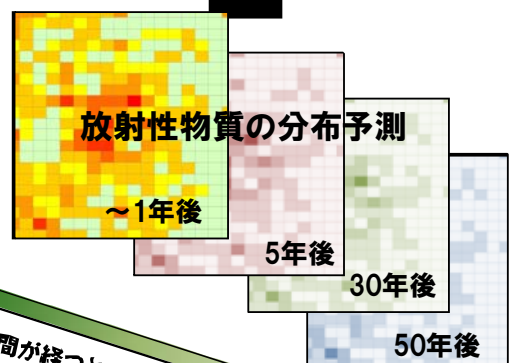
土壌中のCsの移行過程の理解



表層土壌の移動予測



地下水流れによる放射性物質の移行予測



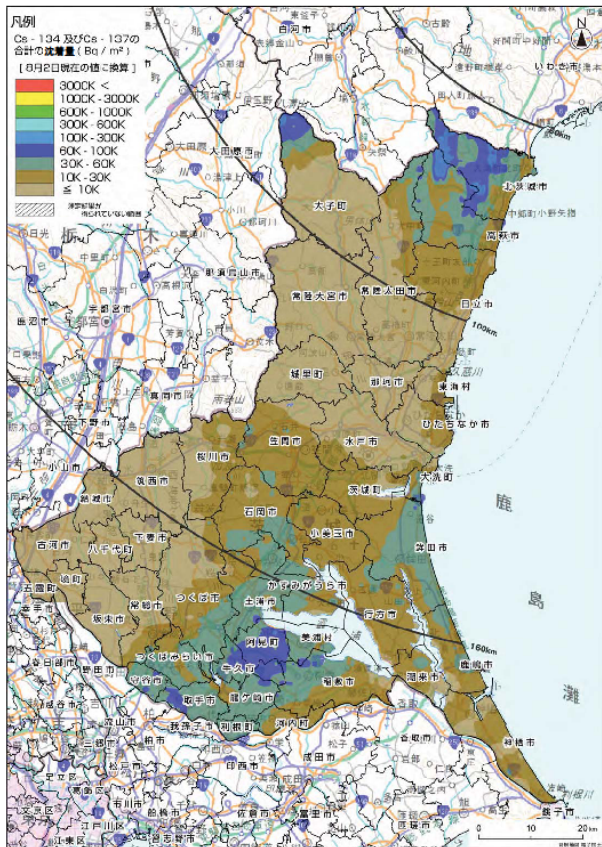
時間が経つと、どのように変化していくの?

放射性物質の移行予測

福島県外の対応

茨城県における除染活動に対する指導

文部科学省及び茨城県による航空機モニタリングの結果 別紙1
(茨城県内の地表面へのセシウム134、137の沈着量の合計)



茨城県では、県北及び県南で比較的線量が高い



茨城県より、除染にあたっての指導を依頼された。



守谷市、北茨城市での除染実験を指導し、県の手引作成に協力した。

平成23年8月31日文科省資料

守谷市の幼稚園での実験



園庭1cm高さ	$0.351 \mu\text{Sv/h} \rightarrow 0.168 \mu\text{Sv/h}$
雨樋下1cm高さ	$7.860 \mu\text{Sv/h} \rightarrow 0.750 \mu\text{Sv/h}$

県の手引作成指導

基本的には表面を1cmを剥ぐ。雨樋の下などのホットスポットを状況に応じた深さまで除去する。



取手市の高校の調整池除染立会

北茨城市のこどもの家(元幼稚園)での実験



園庭1cm高さ	$0.261 \mu\text{Sv/h} \rightarrow 0.174 \mu\text{Sv/h}$
側溝1cm高さ	$0.355 \mu\text{Sv/h} \rightarrow 0.175 \mu\text{Sv/h}$

保育園・幼稚園等における放射線量低減化対策に係る手引き

平成23年8月29日
茨城県

この手引きは、(独)日本原子力研究開発機構の指導の下、守谷市及び北茨城市で実施した実験結果を踏まえ、保育園・幼稚園等において、今後放射線量を低減するための除染活動を行う場合の手順及び留意事項等を取りまとめたものです。(実験結果は、別紙参照)

この実験の結果、(独)日本原子力研究開発機構により、約1cmの土壌を取り除くことで、大きな低減効果が出る事が確認されております。

なお、十分に線量が下がっている場合には、1cmまで削る必要はありませんし、逆に十分に線量が下がっていないと思われる場合には、部分的にさらに削っていく必要があります。

また、雨樋の直下等、雨水が流れ集まる場所は、局所的に線量が高くなっている場合がありますので、それらの箇所については、削り取る深さや範囲を大きくしたりするとともに園児の行動範囲を勘案する等、状況に応じ除染するようにしてください。

1 除染活動の事前準備

(1) 現在の線量 (除染前) の把握

① 測定場所

- 園庭については、全体で5箇所での測定を原則とし、本5箇所は、サイコロの5の目の形状とする。
- それ以外にも、雨水が流れ、土や落ち葉が集まりやすく、局所的に線量が高くなる傾向がある、雨樋の直下、側溝、遊具の直下、園内の芝生(草地)、植栽の根元などについても測定する。
- ※ 雨樋の下は、直下の測定の他、流水経路に沿って、周辺部分も数箇所測定する。
- ※ 遊具付近は、雨水の流れ落ちている箇所を測定する。

(例)

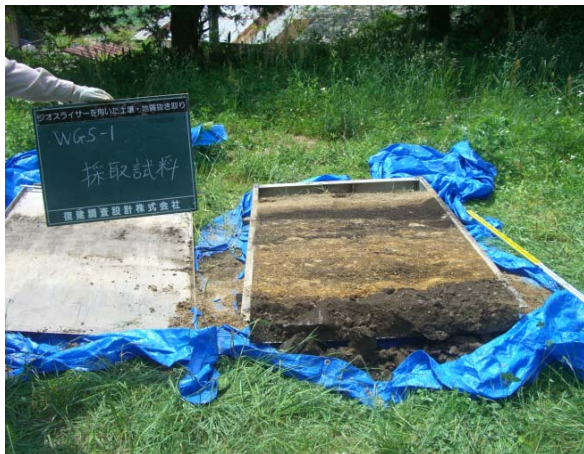
② 測定高さ (保育園、幼稚園)

- 各測定ポイントにつき、地表面(1cm)、50cm高さの2箇所での測定する。
- ※ 小学校の場合は、同様の高さで、中学校・高校の場合は、50cmではなく1mで測定する。

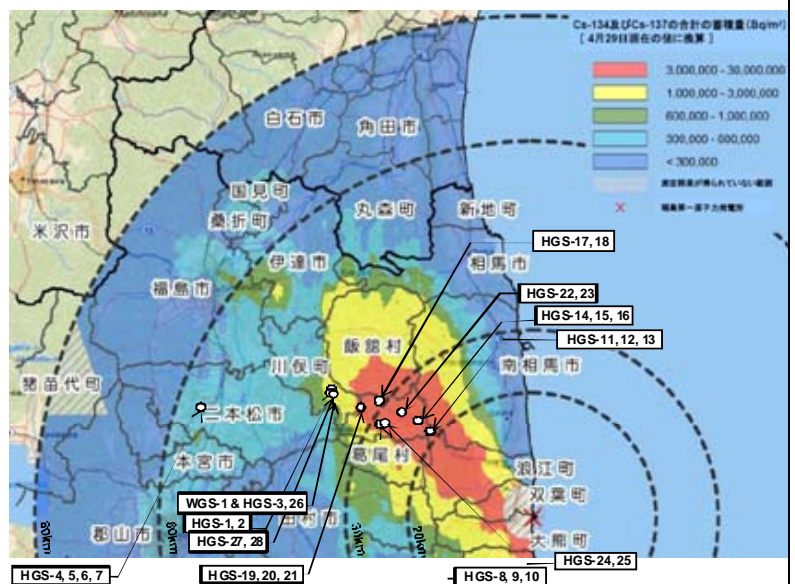
土壌汚染マップ作成(文科省)への協力 土壌中における深度方向の放射性物質分布の確認調査

目的

- セシウムは深さ数cmまでに存在すると考えられるが、より深部へ移行し長期的な地下水汚染を引き起こさないことを確認する
- ¹³¹Iは、半減期は短いですが吸着性が低い(ほとんど吸着しない)ことから多量に沈積した場所では深くまで浸透している可能性がありこれを確認する
- ¹³¹I等の含有量の深度分布を求め、拡散係数ないし分散係数、吸着定数および半減期から事故発生直後の放射性物質の蓄積状況を推定する



今回の調査で取得した土壌試料
(ワイドジオスライサー)



調査地点位置図

- 森林除染、農地除染
- 除去物低減化
 - ・ 除染方法の適正化、工夫
 - ・ 除去物の分級・分類、処理
- 除去物の仮置き場、中間貯蔵施設の確保
- 除染後の風雨等による再汚染評価
- 除染コスト評価
- 除染マニュアル整備・更新 など

＊2市町村除染技術等調査 → 12市町村除染モデル実証事業 → 国直轄除染事業 自治体除染事業へ

- サイト内の廃棄物の処理処分(長期的取組)
 - ・ インベントリ評価～処分に亘る息の長い取組が必要
 - ・ 今後地層処分技術の継承も念頭に置いた取組が必要
- サイト外除染(短期的取組)
 - ・ 当初部門で培ってきた水理物質移行、核種移行、生物圏評価手法がかなり期待できるものと想定していたが、除染作業はロー・テク(但し除去物低減のため工夫はある)であり、力作業が中心。よって除染作業をメインとした支援では地層処分技術の維持、伝承は困難。
 - ・ NUMO技術移転までは最低限の部門内での各分野の専門家の維持が不可欠。
- 福島原発事故後の政策支援
 - ・ 直接処分に関する調査検討