

# 福島第一原子力発電所事故への対応状況

## ② 環境汚染への対処に向けた取り組み

平成25年12月19日

独立行政法人日本原子力研究開発機構

# 環境汚染への対処に向けた取り組み

## 1. 福島環境回復に向けた研究開発:

— 早期帰還、地域復興を目指して —

➤ 環境モニタリング・マッピング

➤ 除染・減容に係る技術開発

➤ 環境動態研究

(Cs将来予測モデリングと移行抑制方策検討)

## 2. 福島地区における関係機関との連携・協力

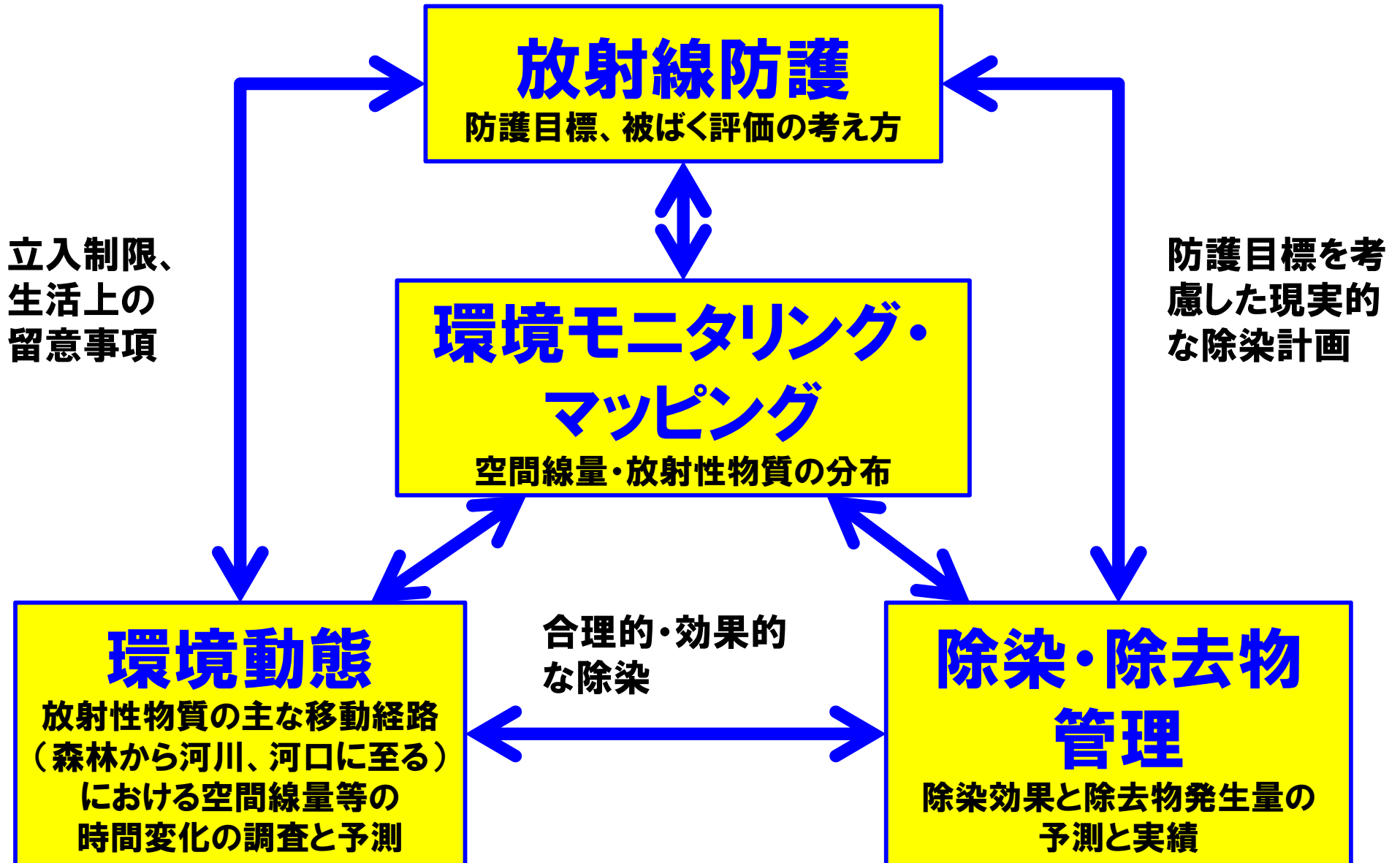
➤ 福島県環境創造センター構想への対応

➤ 福島県内市町村における除染計画策定等への対応

➤ コミュニケーション活動

➤ ホールボディカウンタによる福島県民の測定

# 福島復興に関わる環境回復の枠組み



# JAEA 主な取り組みと成果の反映(環境モニタリング・マッピング)

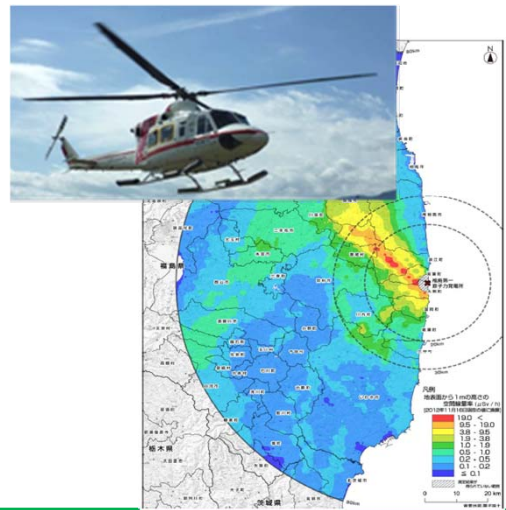
## 平成23年度～平成24年度

- 広域における航空機モニタリングによる放射性物質の分布状況／日本全域の事故の影響による放射線分布状況の明確化
- 高線量地域における放射線の可視化や、無人ヘリコプター用検出システム、ガンマプロッタ、プラスチックシンチレーションファイバーを開発による除染前後の詳細な汚染状況測定時間の短縮化。

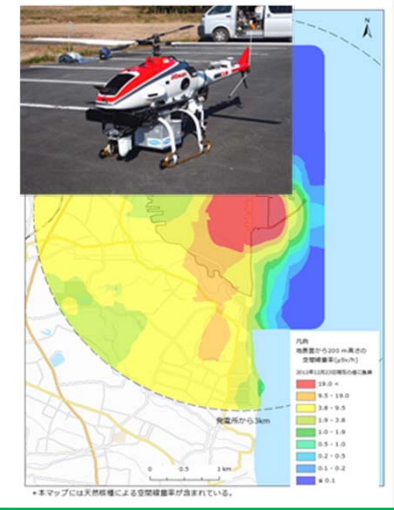
### ⇒ 成果の反映

- 空間線量による被ばく線量推定に基づく住民帰還、避難指示区域見直しの判断データの提供、
- 1F周辺上空の放射線量を測定、空間線量率分布を解析し1,500m以上の飛行禁止解除に貢献。

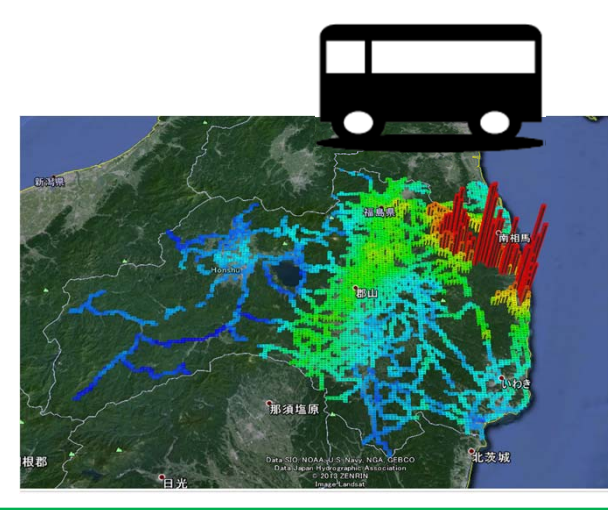
## 航空機モニタリング



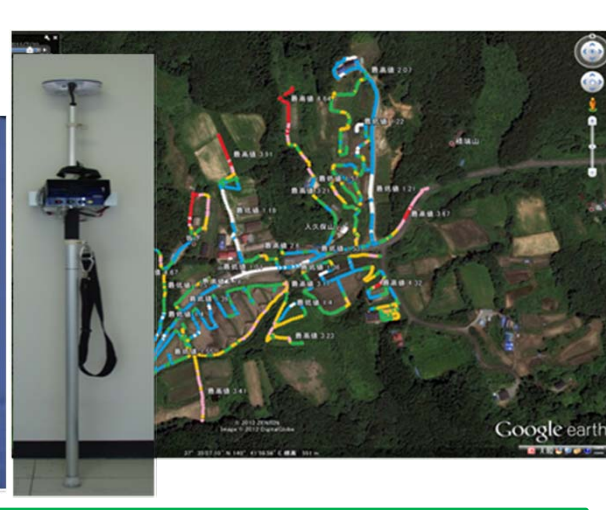
## 無人ヘリモニタリング



## 走行サーベイ



## 歩行サーベイ(ガンマプロッター)



## 平成25年度～

- 航空機モニタリング結果の解析によるヨウ素131の地表面沈着量分布調査
- 環境モニタリングデータの一元的集約・管理
- 個人被ばくの線量評価及び管理手法に関する検討

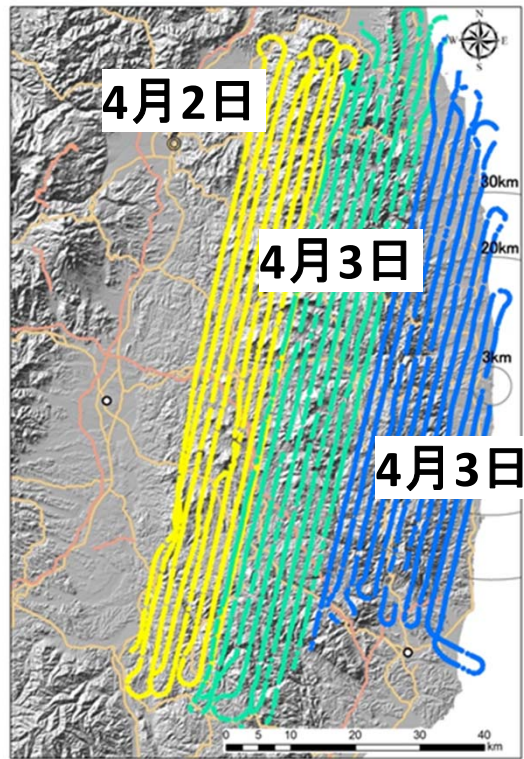
### ⇒ 成果の期待される反映

- 事故後初期のヨウ素131の放出・拡散の実態把握の提供
- 空間線量による被ばく線量推定から個人被ばく線量計測による把握の促進

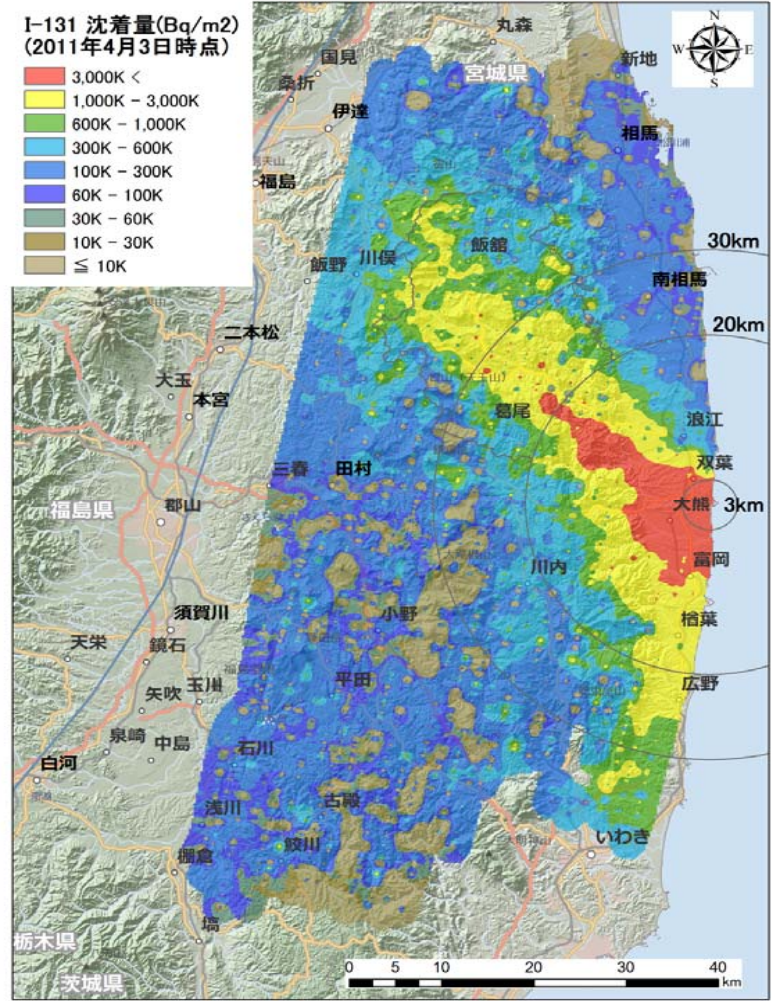


# ヨウ素131の地表面沈着量分布調査： 航空機モニタリング解析

米国エネルギー省が事故後初期に航空機により測定した結果を日米共同研究により解析し、福島第一原子力発電所事故により放出されたヨウ素131の地表面沈着量を把握した。



測定を行った航空機の軌跡

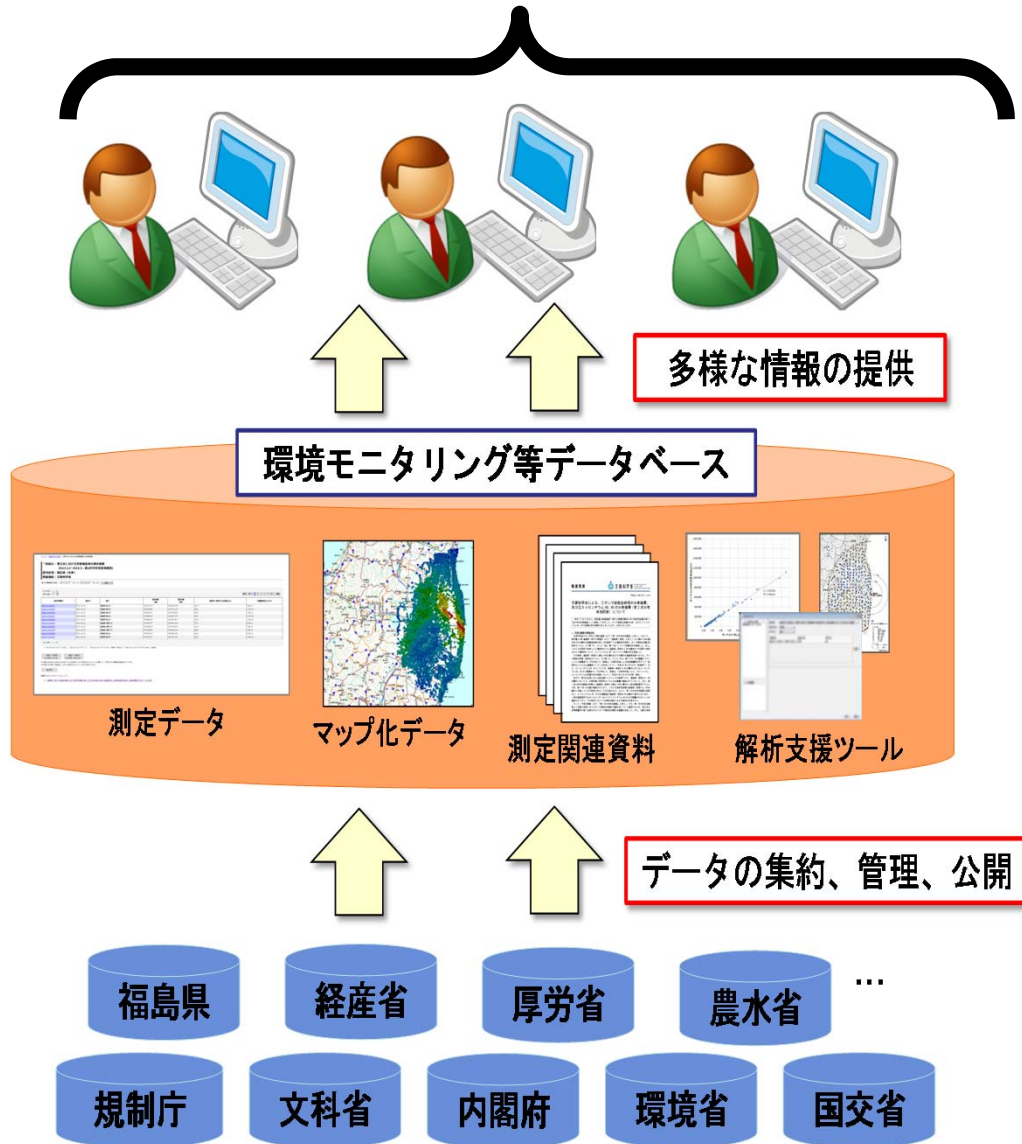


事故後早い段階でのヨウ素131の地表面沈着量分布が明らかとなり、事故後初めてヨウ素131の“面”的な分布図(マップ)を得た。



# データベースの公開と一元的集約

原子力規制委員会 HP公開(H25.11.18)  
 web://radioactivity.nsr.go.jp/



福島県、京都大学、JAEAの3機関が連携  
 県内4市の路線バスにKURAMA (Kyoto University RAdiation MApping system)を搭載し測定結果を、福島市駅前ビルのロビーに設置した80インチ大型ディスプレイにて表示

福島県 : KURAMAによる空間線量率測定の実施  
 京都大学 : KURAMAによる空間線量率測定に関する技術指導  
 JAEA : 測定データの収集、解析、結果の可視化、情報発信

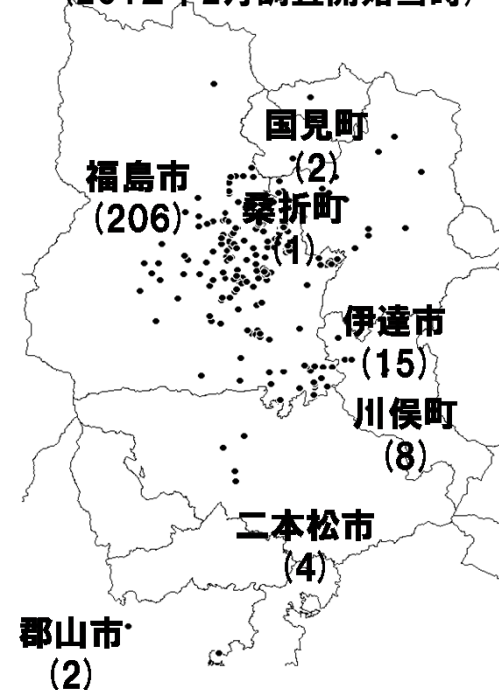
# 個人線量測定と線量推定の比較

$$\text{被ばく線量推定値(mSv/y)} = \text{「航空機モニタリング等による空間線量率(\mu Sv/h)」} \times \text{「屋内外での滞在時間」} \times \text{「線量低減係数」} \times 365 \text{日} \div 1000$$

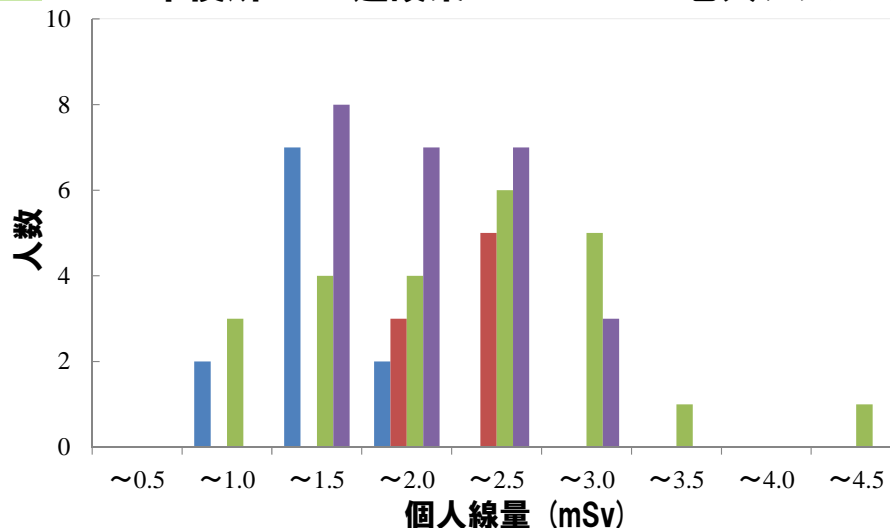
団体名	屋外滞在時間(h)	空間線量に基づく推定値(平均値)(mSv/y)	実測値(平均値)(mSv/y)
市役所	2	2.14	1.26
建設業	11	3.21	2.01
JA	12	3.33	2.06
老人クラブ	4	2.38	1.87
従来の推定値	8	4.57	—



測定および調査への協力者の所在地 (2012年2月調査開始当時)



■ 市役所 ■ 建設業 ■ JA ■ 老人クラブ



## 生活習慣の違いを反映



屋内作業者

屋外作業者

- 職業に応じて、屋内外の滞在時間と滞在場所を考慮
- 作業内容による線量の変動

## 線量低減係数



- 屋内に滞在した場合、建屋による遮へい効果やフィルタリング効果を考慮
  - 建屋在室、階層の違い



# 主な取り組みと成果の反映(除染・減容技術の高度化)

## 平成23年度～平成24年度

- 「除染モデル実証事業」として、高線量の警戒区域及び計画的避難区域等の11市町村において、一定の区域の面的な除染を実施
- 「除染技術実証試験事業」として、除染に有効と考えられる技術を公募し、採択した26件の課題についてメーカーが行う実証試験の管理・評価業務を実施

### ⇒ 成果の反映

○どのような除染方法が効果があるか、線量率は除染によってどの程度下げられるか、対象物の材質・周辺環境・汚染濃度等の要因が除染効果に及ぼす影響、除去廃棄物の安全な保管方法、作業者の安全確保、除染技術に係る標準的なコスト等についての評価を行い、基礎データ・知見を取得公表し、環境省除染ガイドラインへ反映されるとともに福島県全域の本格除染等がスタート

## 内閣府委託事業H23.9～H24.7



農地、グラウンドの表土剥ぎ、天地返し



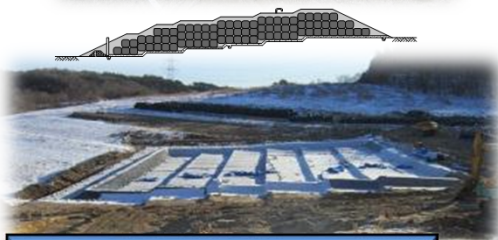
道路・駐車場の洗浄、切削等



落葉・腐植土層除去(森林)



住居、建物等



除去物の仮置場

除染技術実証事業で試験した新技術の本格除染への活用事例



超高圧水洗浄による道路、歩道、駐車場の洗浄(株式会社キクテック)



吸塵式サンダーによる学校、公園、大型施設の屋根・屋上の研磨除染(志賀塗装株式会社)



## 平成25年度～

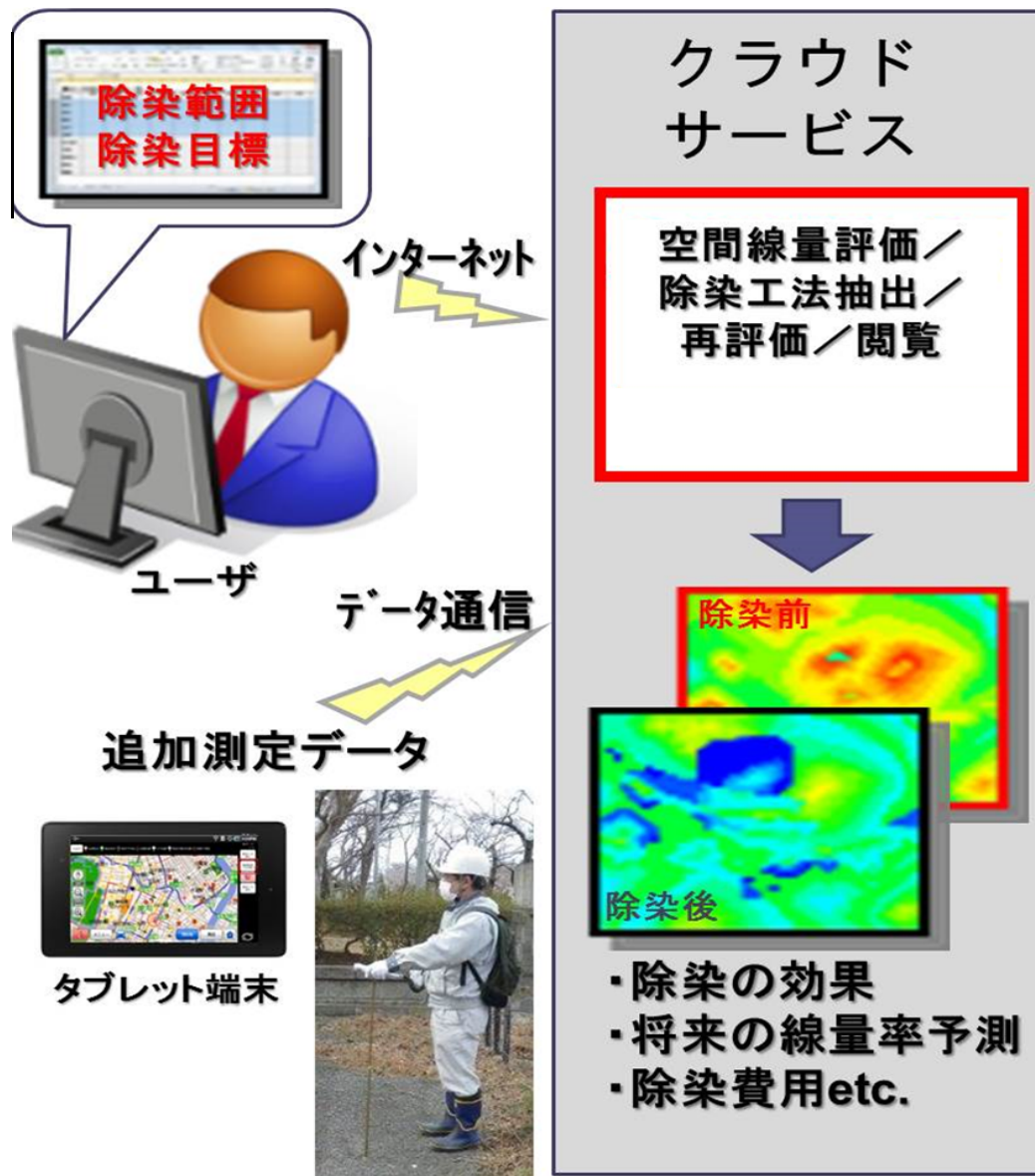
- 「除染モデル実証事業」の知見を活かし、除染効果評価システムの開発を実施
- 除染モデル実証事業後の空間線量率の推移
- 廃棄物の減容のために運転されている一般焼却炉から取得したデータを用いて焼却シミュレーションを最適化

### ⇒ 成果の期待される反映

- 本格除染や自治体による除染計画策定支援に貢献、除染効果の維持確認の状況把握
- 既存の焼却設備の安定化運転の方法や新規焼却設備の設計条件を提供



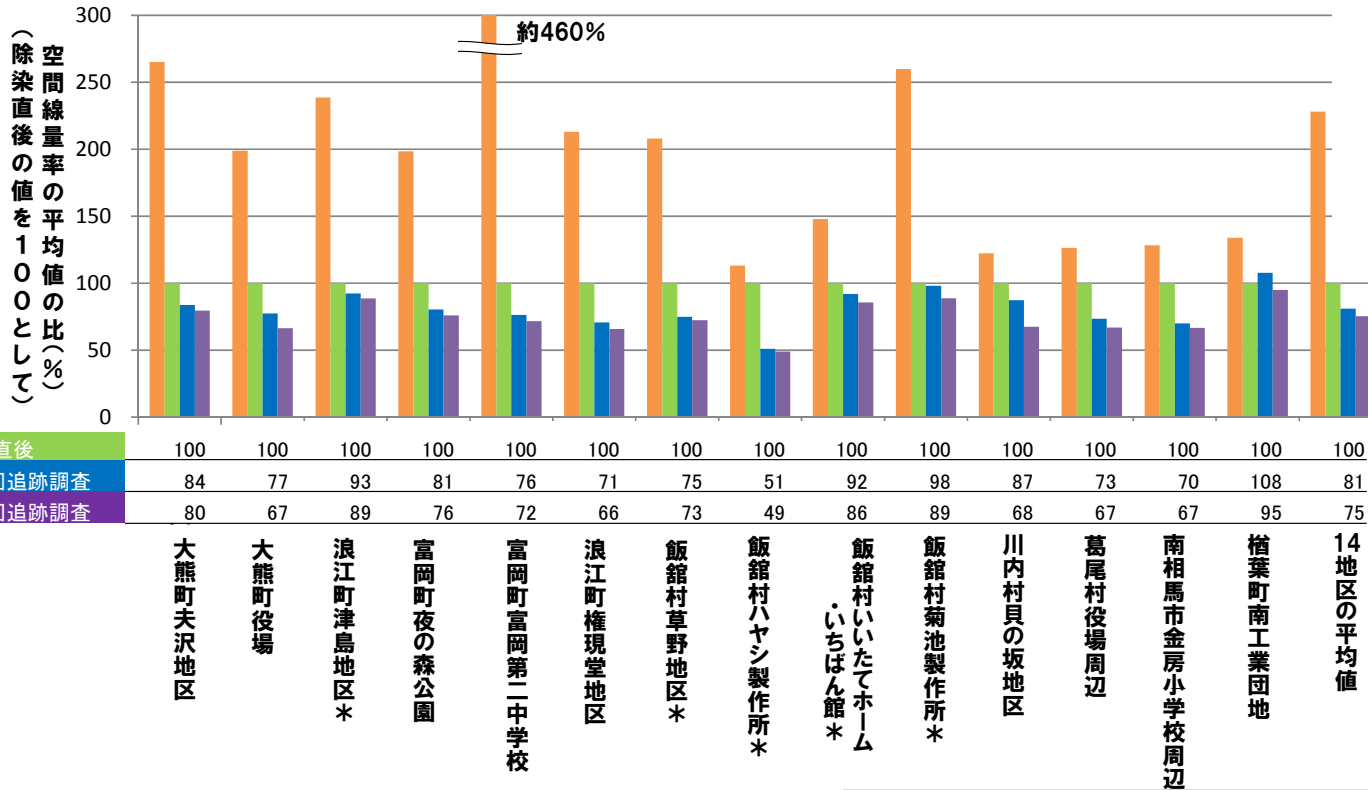
- 除染対象地域の線量率に応じた除染方法の検討、除染費用の算出、空間線量率の予測等が可能なシステムを開発し、自治体へ提供



- 地形の3次元効果を考慮
- web GISによる地形データを利用
- データベースを使った入力の迅速化

効率的・効果的な  
除染の実施を支援

# 除染モデル実証事業後の空間線量率の推移



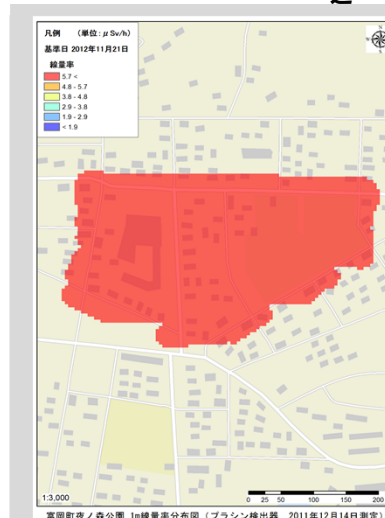
- 除染直前の測定結果 (H23.11月、12月)
- 除染直後の測定結果 (H23.12月～H24.4月)
- 第1回追跡調査結果 (H24.10月)
- 第2回追跡調査結果 (H25.3月)

\*: 浪江町津島地区及び飯館村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る

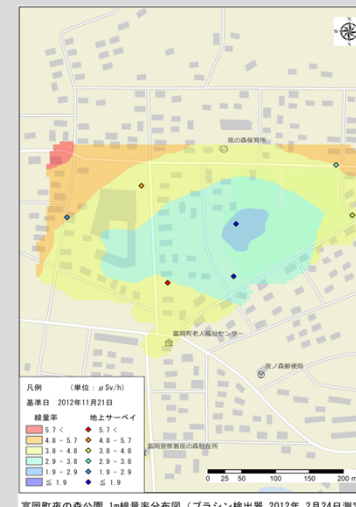
環境省 ホームページより

## 無人ヘリモニタリング 富岡町 夜の森地区の例

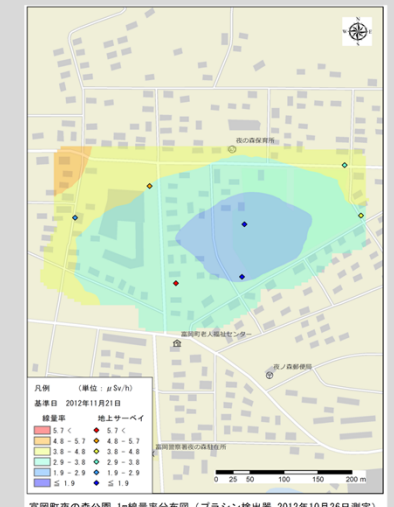
線量率が除染により下がった後も減少していることを確認



2011/12/5: 除染前



2012/2/27: 除染後



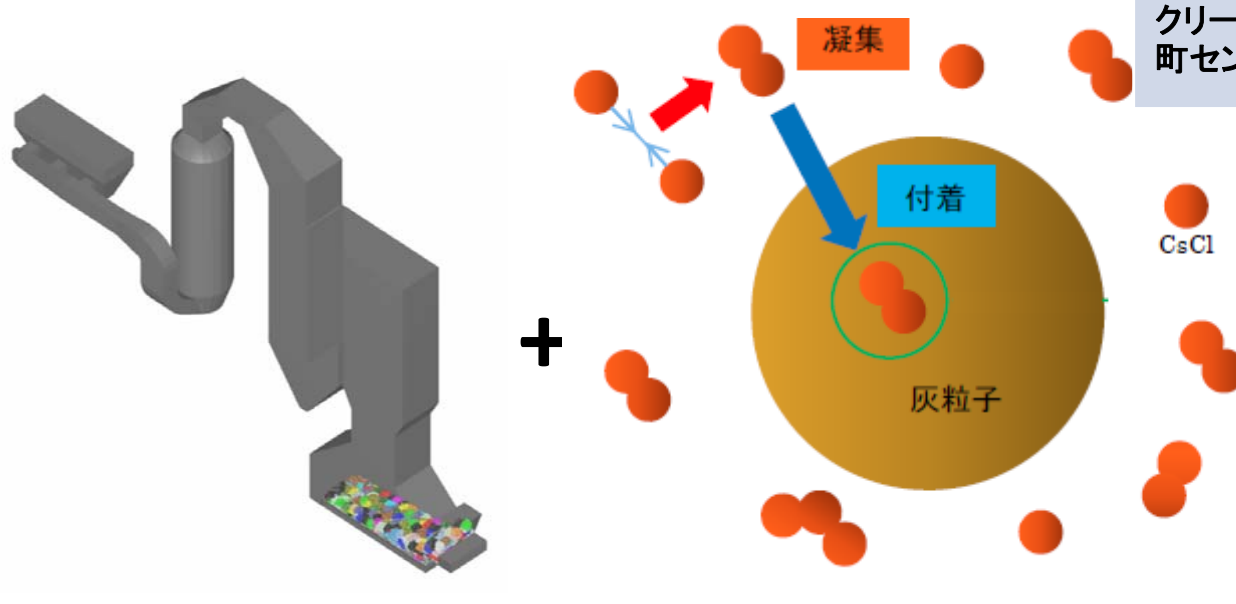
2012/11/28: 除染から1年後

# 焼却時のセシウムの挙動評価

燃焼シミュレーションにより、一般焼却炉における灰の生成過程、セシウムの凝集過程を解析



一般焼却炉の安全な運用や、新たな焼却設備を設計する際の支援ツールとしての活用



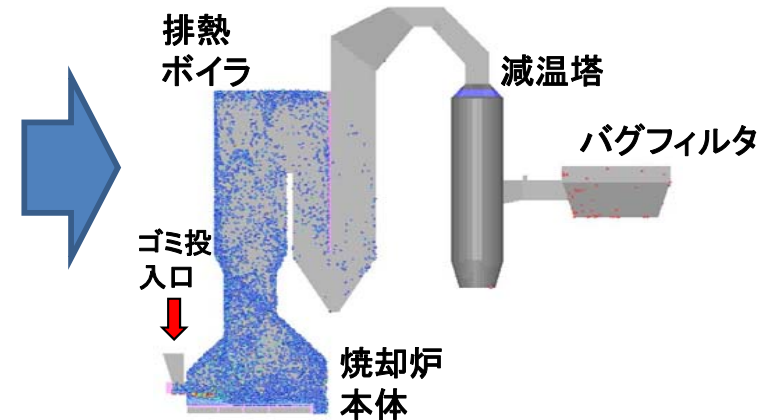
焼却灰挙動解析モデル構築

セシウム凝集・付着モデル構築

## 実測値とシミュレーションとの比較

既存焼却設備名称	炉型式	調査内容	実灰調査実施状況	シミュレーションとの比較結果
あらかわクリーンセンター	ストーカ炉	実灰調査 (粒度分布、放射能濃度等)	H25年4月終了	凝集・付着モデルが比較的一致
田村西武環境センター	同上	同上	調査中 (H26年3月末終了予定)	実施予定
クリーン原町センター	同上	同上	同上	同上

課題: 他型式の炉での実測データの充実など

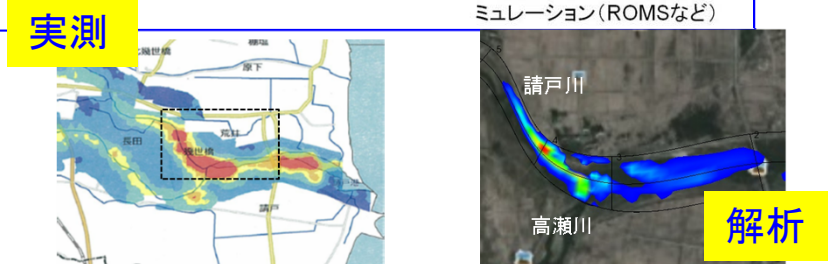
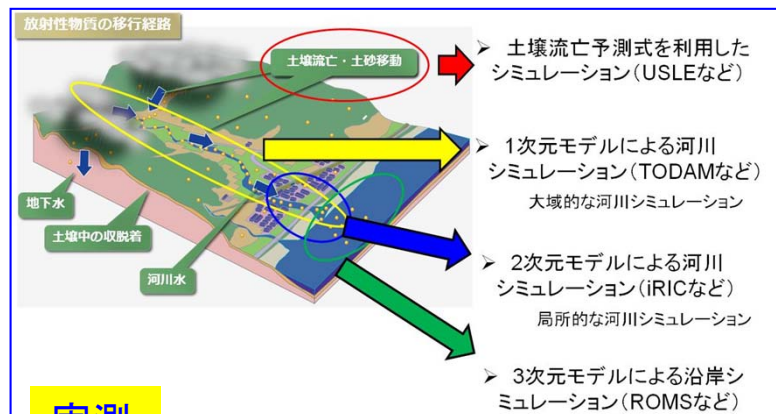
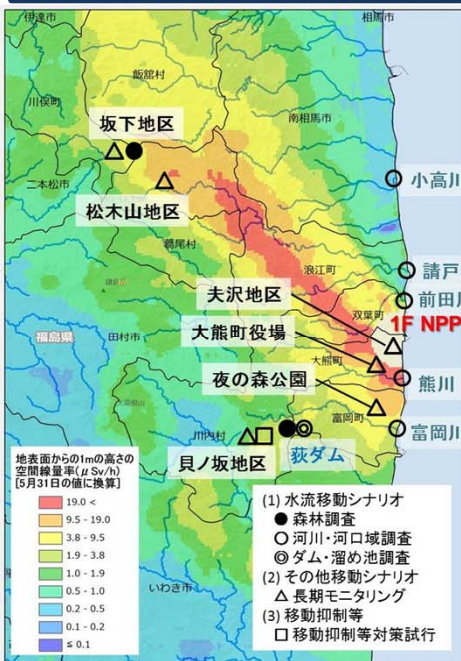


焼却灰のセシウム挙動解析



### 平成24年12月～

- 土壌に沈着したセシウムの陸域での将来にわたる移動・分布を予測し、線量評価や移動抑制方策の検討を行うため、河川・支流域を対象とした汚染地域でのデータ収集を実施。森林・山地を汚染した放射性セシウムは、土壌粒子や植物等に付着し、森林・山地から河川～ダム・湖沼～河口域という経路における水の流れてに乗って移動すると仮定し、セシウムの挙動調査を開始
- 移動・分布を予測するための解析コードの整備を進めるとともに、土壌流亡モデル等についての試解析を実施



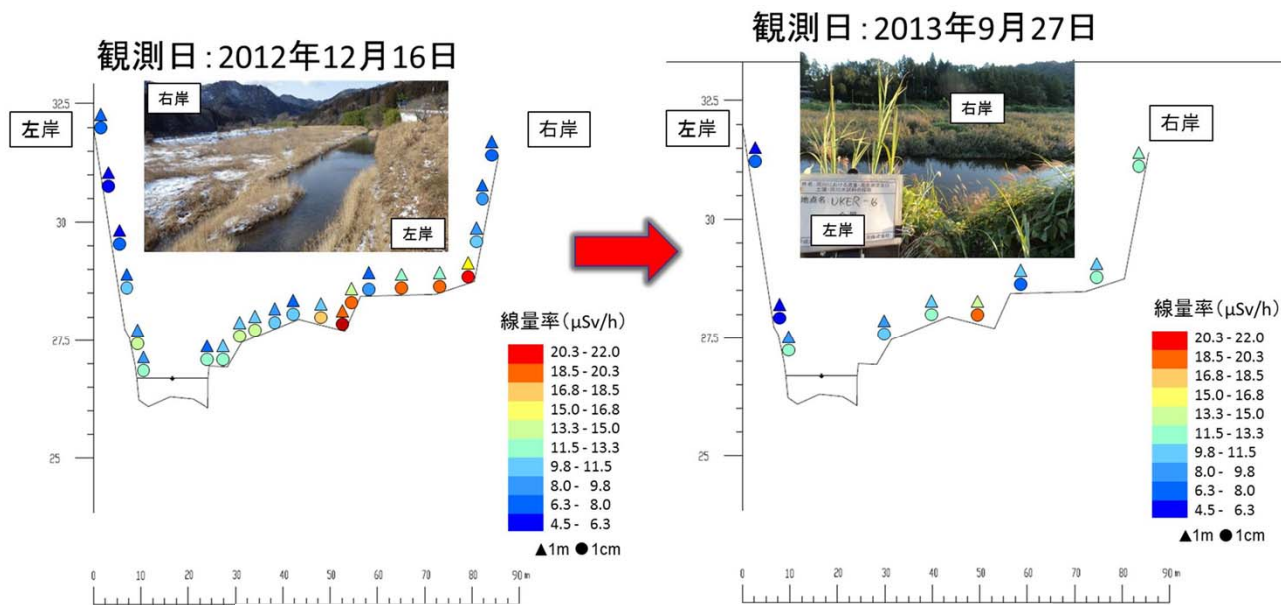
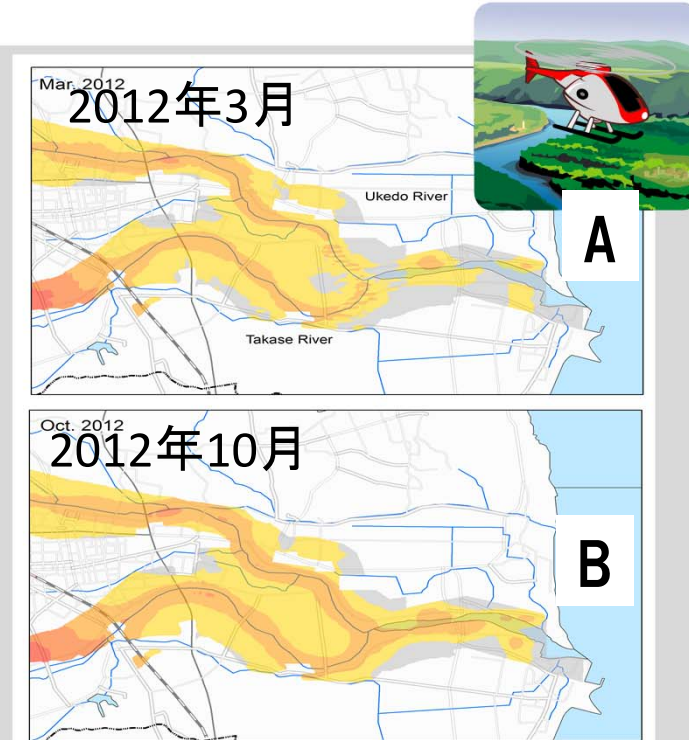
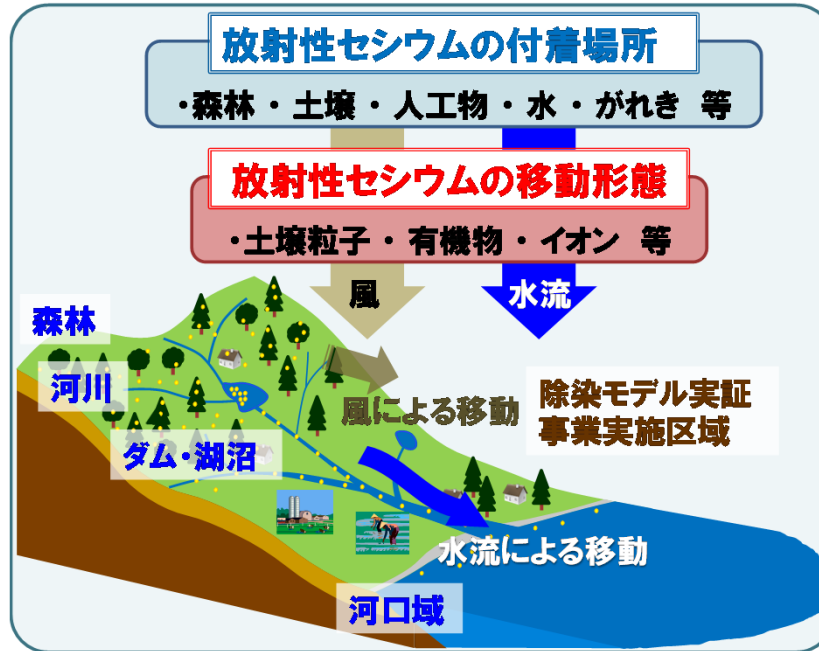
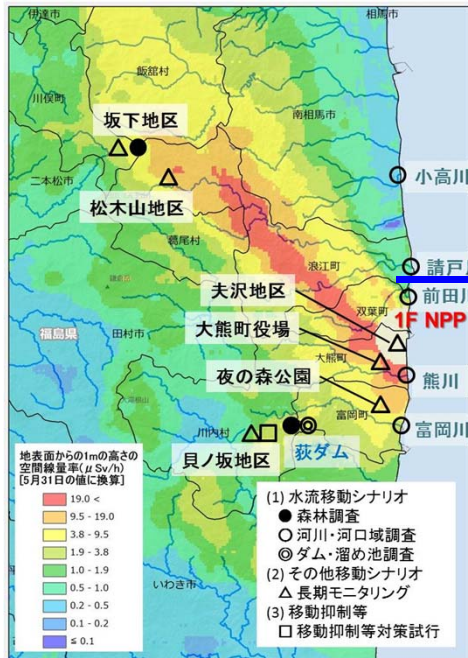
### 平成25年度～

- プロジェクトの実施体制を強化し、重点調査地域の森林・ダム溜池・河川・河口域の現地調査を継続するとともに、セシウムの移動や被ばく線量を予測評価するための解析ツールを整備した。1次元河川解析コードTODAM、2次元河川解析コードiRIC等を整備し、河川中のCs移動や再分布に関して試解析を実施した。河川敷における放射性セシウムの濃度分布等の現地調査結果との比較を行い、解析ツールの適用性を確認した。今後は、福島県大平洋側及び阿武隈川水系全域の調査と解析に広げ、Cs分布予測や移動抑制策の検討を進める。

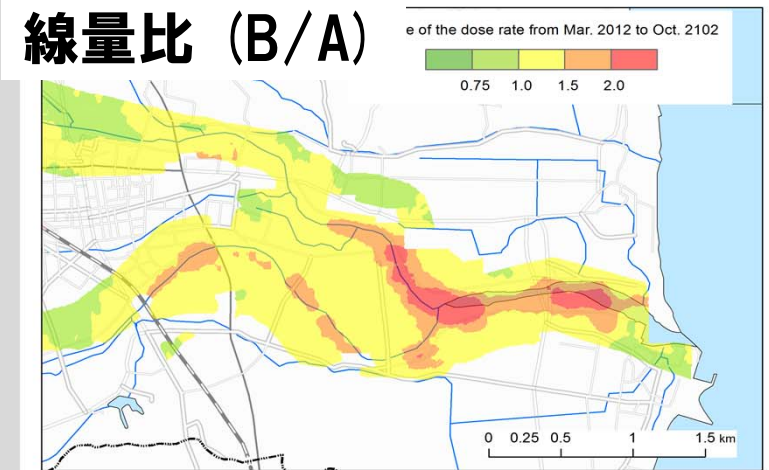
⇒ 成果の期待される反映

- 森林から生活圏への放射性物質の流出・拡散の実態を定量的に把握することにより合理的・効率的な除染や適切な被ばく管理に貢献



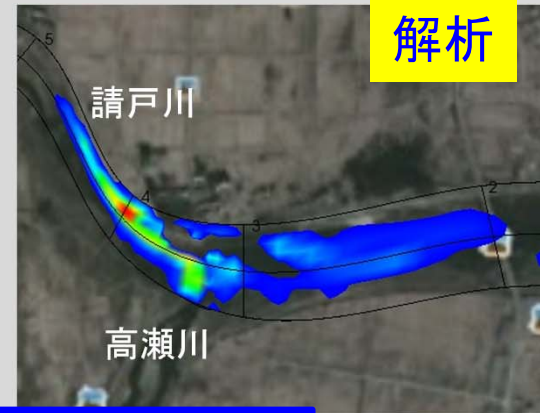
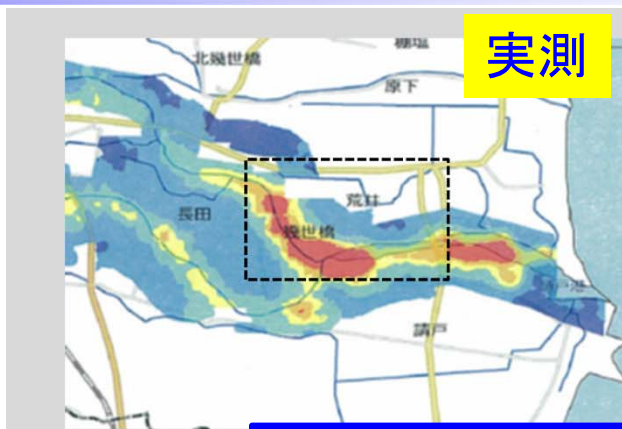
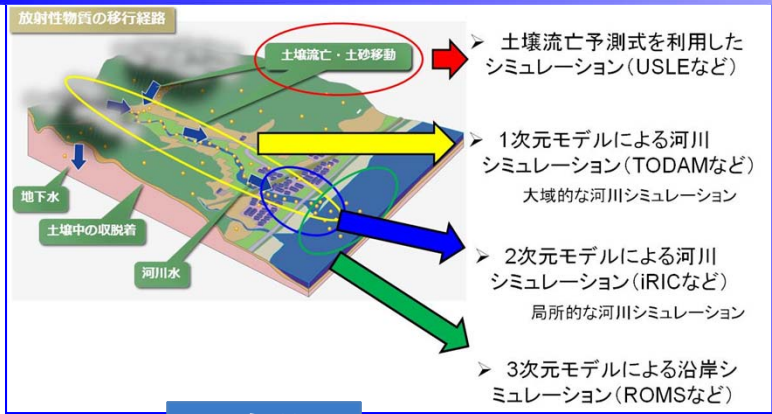


河川敷の空間線量(請戸川上流)

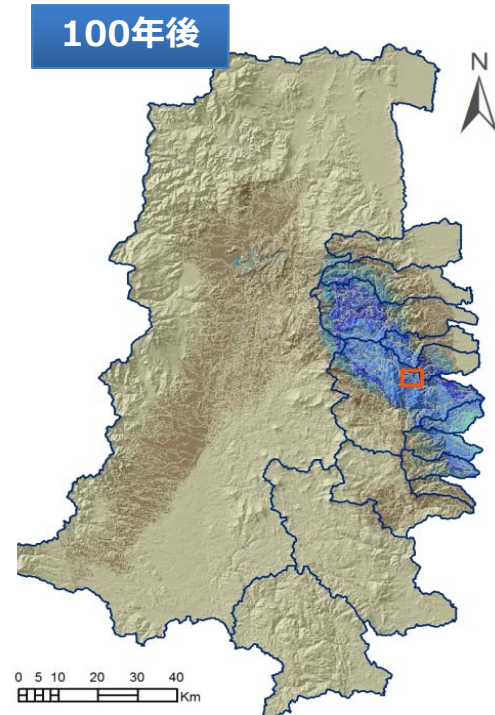
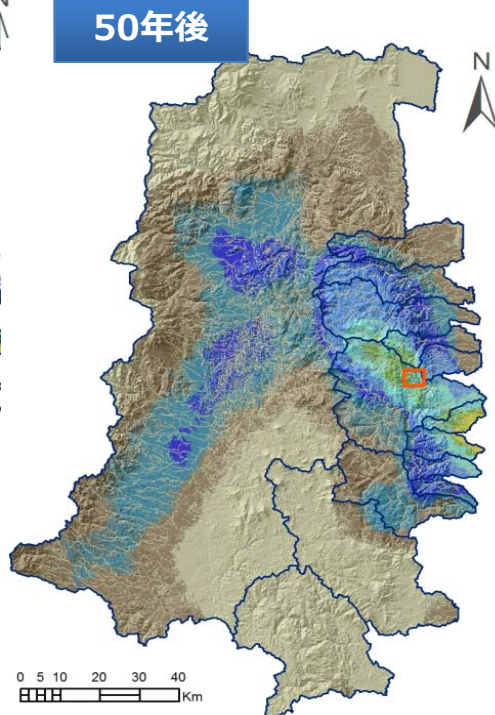
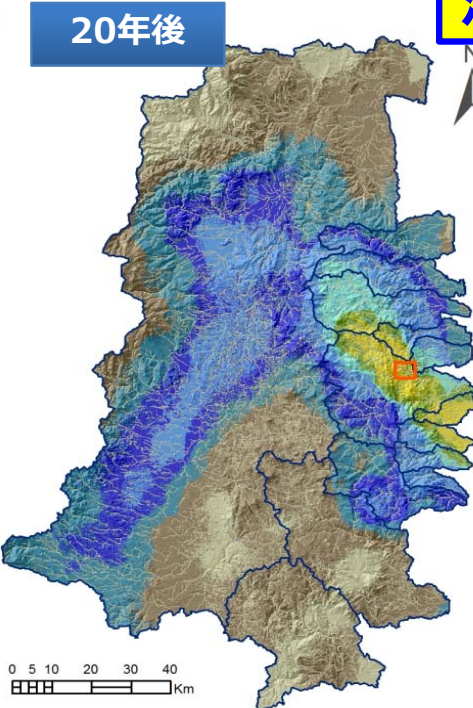
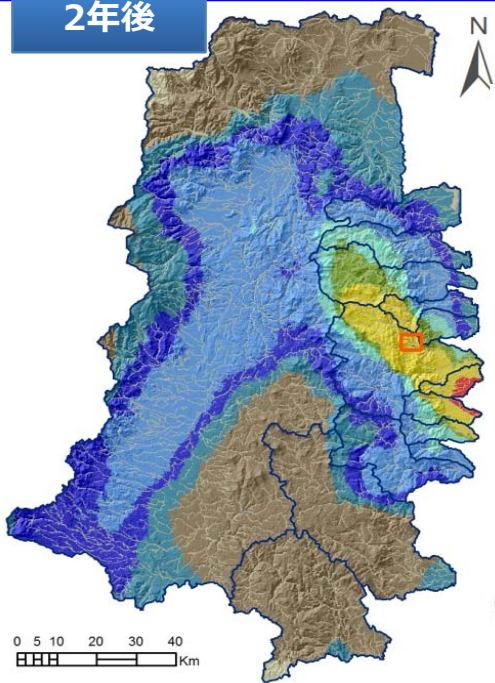


・河川敷の線量の変動を確認





## 河川での放射性セシウム動態予測



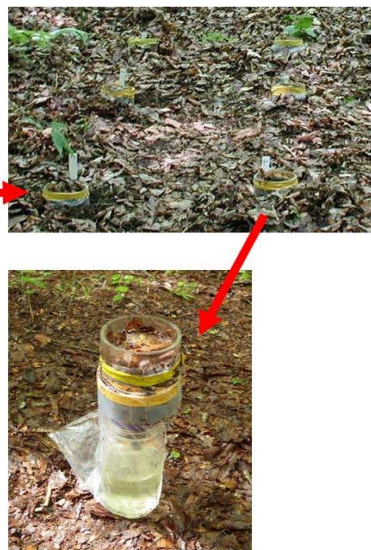
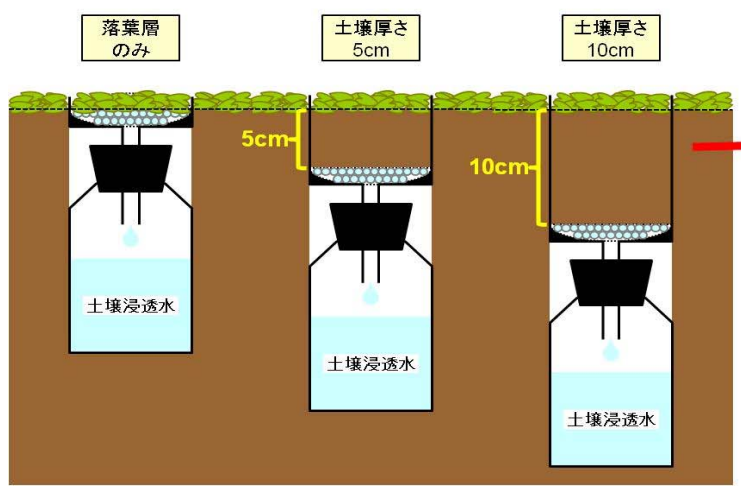
$^{137}\text{Cs}$  蓄積量 [ $\text{Bq m}^{-2}$ ]

2.7e+003	1.1e+005 - 3.0e+005
2.8e+003 - 1.0e+004	3.1e+005 - 6.0e+005
1.1e+004 - 3.0e+004	6.1e+005 - 1.0e+006
3.1e+004 - 6.0e+004	1.1e+006 - 3.0e+006
6.1e+004 - 1.0e+005	3.1e+006 - 4.5e+006

## 土壌流亡予測式による推定

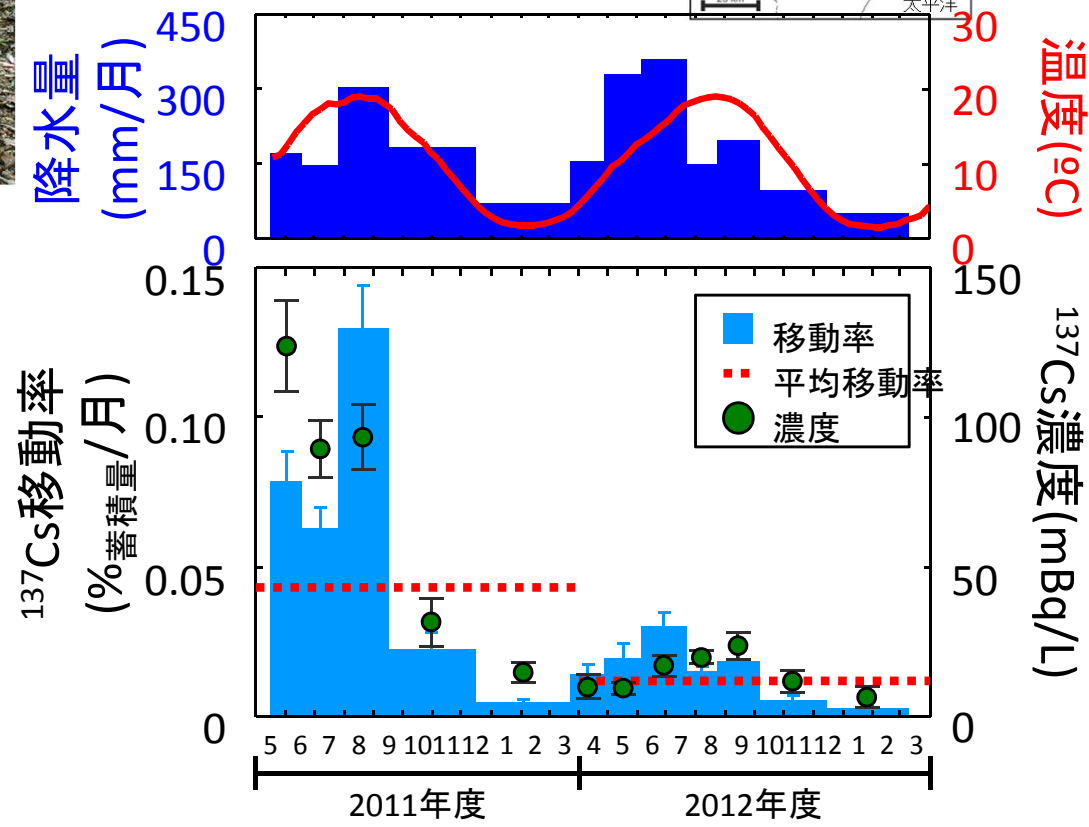
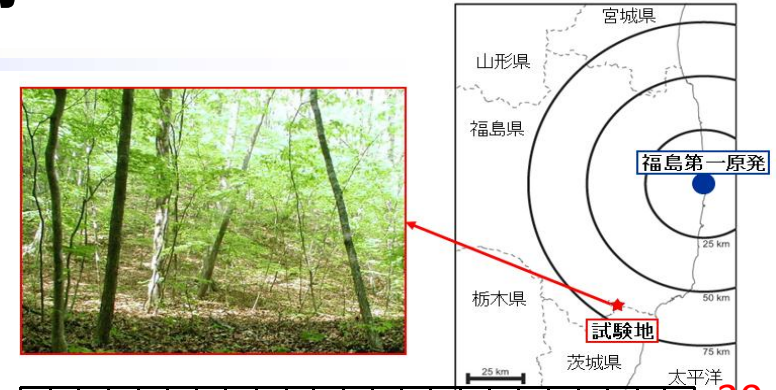


茨城県北部の落葉広葉樹林  
 (北茨城市小川試験地：  
 標高：580～720m、面積：0.7km<sup>2</sup>)



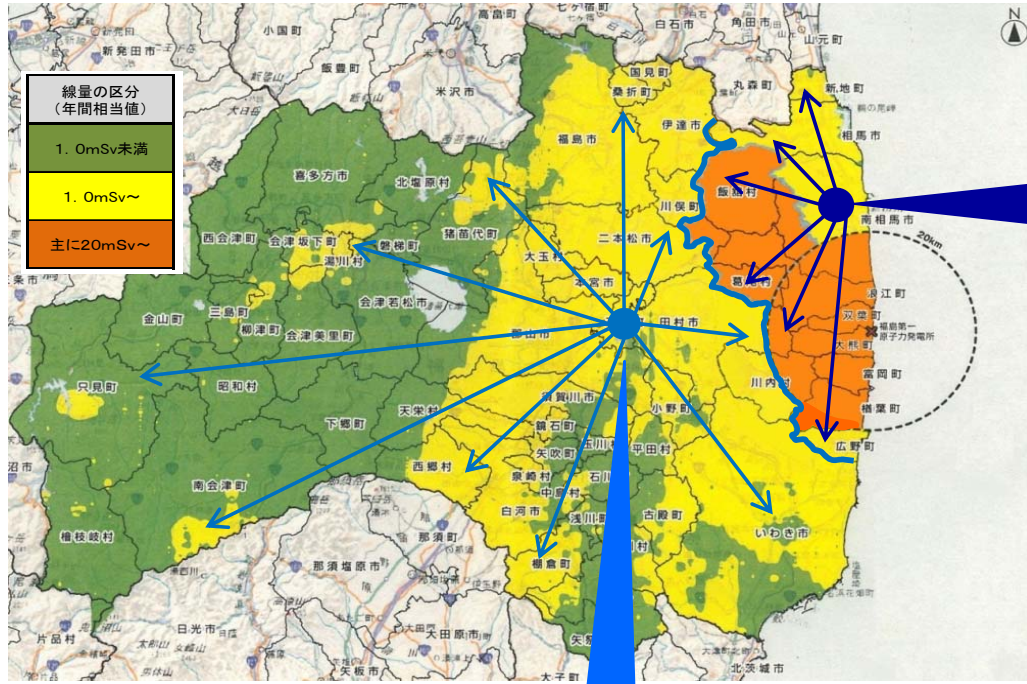
ライシメーターを用いた土壌浸透水の連続採取

土壌中を移動する放射性セシウムの割合はごく僅かで、森林地帯から周辺地域に流出しにくい



深さ5cmの移動率	【0.5%/年】	【0.2%/年】
深さ10cmの移動率	【0.2%/年】	【0.1%/年】

# 福島県環境創造センター構想への対応



### A施設(三春町)

- 1 機能
- ①モニタリング ②調査・研究
  - ③情報収集・発信
  - ④教育・研修・交流

- 2 施設概要
- 敷地面積: 約46,000m<sup>2</sup>
  - 延床面積: 16,000m<sup>2</sup>程度
  - 鉄筋コンクリート2階建 3棟
    - ① 本館 4,228m<sup>2</sup>
    - ② 研究棟 約5,600m<sup>2</sup>
    - ③ 交流棟 約4,600m<sup>2</sup>程度、等
- 附属施設2か所 約500m<sup>2</sup>(大玉村、猪苗代町)



福島県田村郡三春町深作地内

### B施設(南相馬市)

- 1 機能
- ①原子力関連施設周辺のモニタリング
  - ②原子力関連施設の安全監視
- 2 施設概要
- 敷地面積: 約19,000m<sup>2</sup>
  - 延床面積: 3,000m<sup>2</sup>程度
  - 鉄筋コンクリート2階建 1棟
    - ① 本館 2,940m<sup>2</sup>
    - ② 校正施設 455m<sup>2</sup>、等



福島県南相馬市  
原町区萱浜字巢掛場地内

整備工程	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度
基本設計 実施設計		➡			
建設工事			A施設 B施設	A施設 一部開所 B施設の開所	開全 所施設

- 福島県は、IAEAの招致、JAEA、国環研との連携などにより国内外の研究機関と緊密な協力関係の構築を期待
- 環境創造センターにおける機構の研究機能
  - 環境放射線・放射能の測定 (環境試料測定、無人ヘリ、走行サーベイ等)
  - 長期環境動態研究
  - 高線量地域の除染活動支援
  - コミュニケーション活動
  - その他の研究機能



# 参考資料



## 2. 福島地区における関係機関との連携・協力

### (1) 文部科学省「チルドレン・ファースト」への協力

「除染に関する緊急実施基本方針」(平成23年8月26日原子力災害対策本部決定)

➡ 子どもの線量低減に優先して取り組むことを決定(チルドレン・ファースト)

学校等の除染に原子力機構の専門家を派遣

➡ 技術的な助言の実施

専門家 30名体制

学校、遊具、プール、通学路等、子どもに関係する場所を優先的に除染

- ①説明会等の開催
- ②現地調査(サーベイ等)
- ③評価
- ④除染の現場での指導・助言
- ⑤除染後の線量測定
- ⑥結果報告

活動実績(平成23年11月から平成25年11月):18件

旧緊急時避難準備区域の小学校の再開、小学校や幼稚園の遊具使用、砂場・プールの再開に貢献

#### 小学校の遊具除染風景



PTAのみなさんと共に遊具を除染



鉄棒除染の説明

## 2. 福島地区における関係機関との連携・協力 (2) 福島県内市町村における除染計画策定等への対応

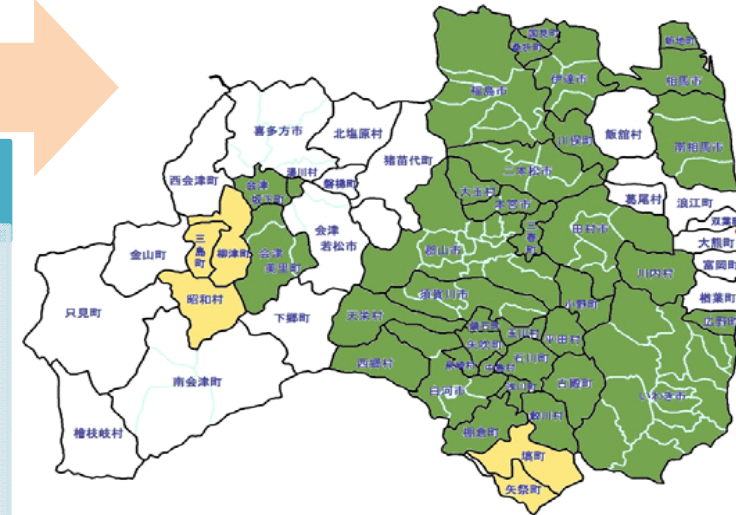
### 福島県内外100市町村への専門家派遣による協力・支援内容

#### 除染推進専門家チームの発足と役割

- 平成23年9月28日：機構大で専門分野に精通した技術者／研究者を集結し、発足
- 各市町村の除染活動が円滑に推進できるように行政機関を支援

#### 活動実績（平成25年11月末）

- 除染計画策定協議 116件
- 除染技術指導 400件
- 除染講習会等 54件
- 仮置場現地調査 179件
- 住民説明会等 114件
- その他、電話相談等 497件



除染計画策定協議（福島県の例）

除染技術指導



除染講習会等



平成25年11月末現在  
36市町村で策定済み

県北地方							
福島市	二本松市	伊達市	本宮市	桑折町	国見町	川俣町	大玉村
県中地方							
郡山市	須賀川市	田村市	鏡石町	天栄村	石川町	玉川村	平田村
浅川町	古殿町	三春町	小野町				
県南地方							
白河市	西郷村	泉崎村	中島村	矢吹町	棚倉町	鮫川村	
会津地方							
湯川村	会津美里町	会津坂下町					
相双地方							
新地町	相馬市	南相馬市	広野町	川内村			
いわき地方							
いわき市							



### (3) コミュニケーション活動

福島県内の小中学校・幼稚園・保育園の保護者、教職員を対象に「放射線に関するご質問に答える会」を実施

子供への放射線の影響を心配する声の高まり

「コミュニケーション活動実施検討委員会」

機構が培った経験を基に、効果的なコミュニケーション活動方法について検討

○参加者の質問に丁寧に答えることに重点を置き、放射線に関する科学的な理解の涵養

○県内の小中学校・幼稚園・保育園の保護者、教職員、

一般市民(町内会等)も対象

○機構内から放射線・被ばく管理等の専門知識を有する

職員を派遣(平成25年11月までに231個所で開催、約18,677人参加)

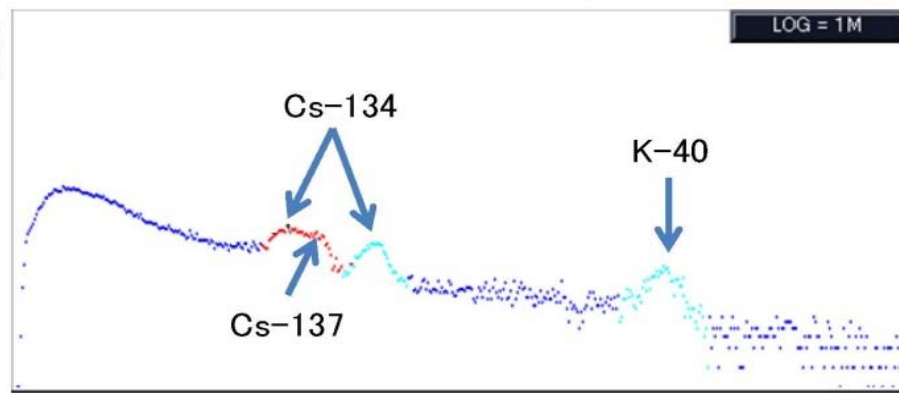




### (4) ホールボディカウンタによる福島県民の測定

- 福島県からの要請により、警戒区域及び計画的避難区域を含む県内の市町村の住民の方々を対象に、東海研究開発センターの**ホールボディカウンタ(WBC)**及び**移動式WBC車**を用い内部被ばく検査を実施。
  - 1日100名前後の測定を実施中
  - 平成23年7月11日～25年11月29日までに、55,738人(子供44,259人、大人11,479人)測定

強度

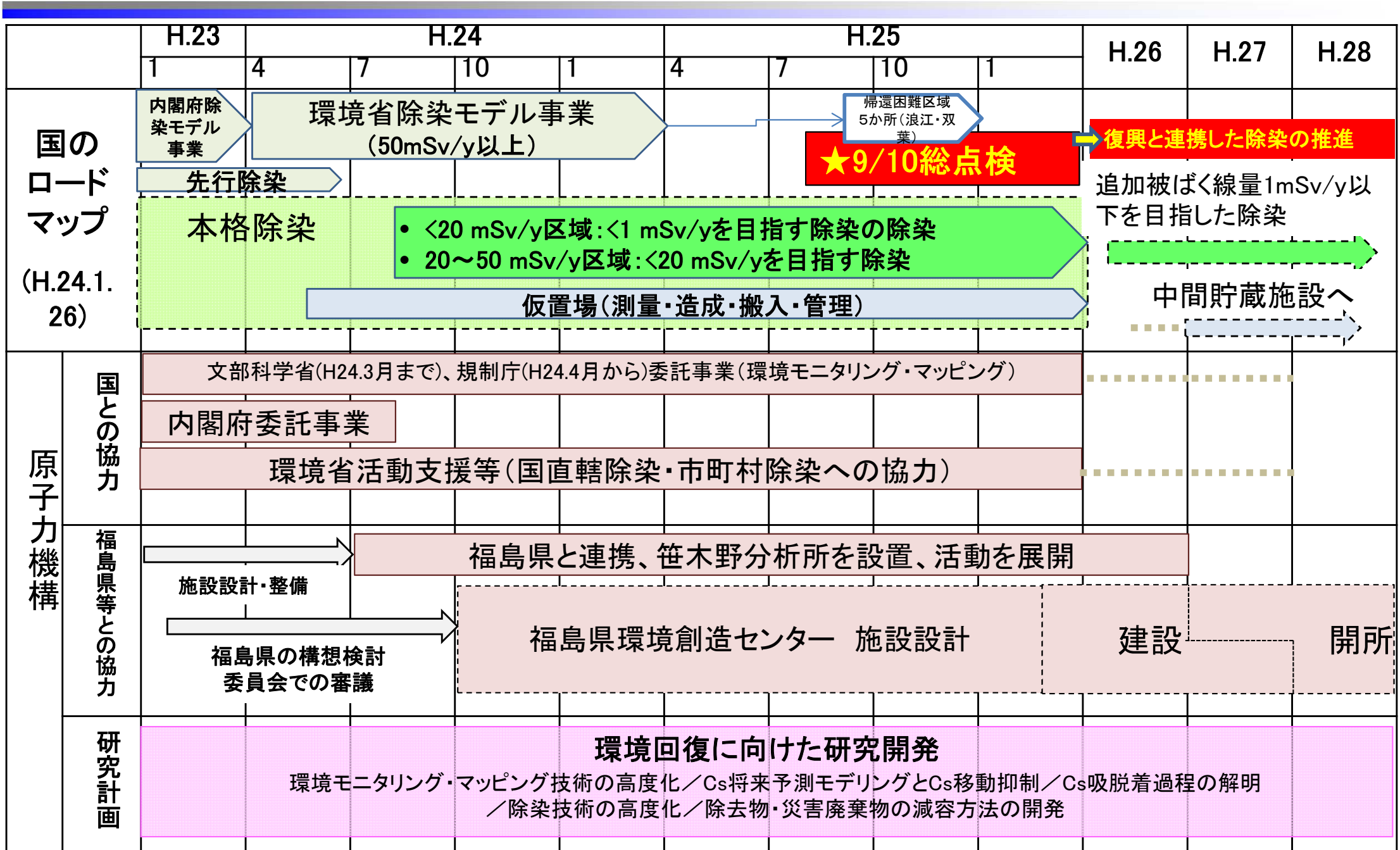


測定結果(原子力機構職員)の例





# 除染に関する国のロードマップと機構の取り組み



※国のロードマップは、環境省HPより引用。