

# 福島における放射線環境の経時変化と 被ばく線量

日本原子力研究開発機構  
福島環境安全センター  
齋藤 公明

## 放射性物質等分布状況調査の概略

1. 福島第一原子力発電所事故の影響を正しく評価し適切な対策を講じるために放射性物質の分布状況に対する詳細な情報を取得する
2. 文部科学省及び原子力規制庁からの委託を受け原子力機構と多くの大学、研究機関が協力して調査を実施
  - 1) 2011年6月～2011年11月 (文科省)
  - 2) 2011年12月～2012年6月 (文科省)
  - 3) 2012年7月～2013年3月 (文科省)
  - 4) 2013年4月～2014年3月 (規制庁)
  - 5) 2014年4月～2015年3月 (規制庁)
  - 6) 2015年4月～2016年3月 (規制庁)
  - 7) 2016年4月～2017年3月 (規制庁) 進行中

# 分布状況調査の内容

1. 放射性物質分布状況のマップ作成と特徴解明
  - 広域にわたる詳細なマップ作成
  - 土壌沈着量分布、空間線量率分布
2. 放射性セシウムの移行メカニズムの調査
  - 地域を限定して掘り下げた調査
  - 森林、土壌、河川、湖沼、陸水 **etc.**
3. 空間線量率の予測モデルの開発
  - 統計解析結果に基づくモデル
4. 情報の公開
  - マップ拡大サイト(**NRA**)    ● 情報公開サイト(**JAEA**)

## 発表の内容

1. 調査に用いた環境測定手法
2. 福島周辺における放射線環境の特徴
  - a) 初期汚染の概況
  - b) 経時変化と将来予測
3. 取得データの応用解析例
  - a) 異なる手法による環境データの統合
  - b) 除染シミュレーションと将来予測
4. 外部被ばく線量の測定・評価
  - a) 初期4か月間の線量
  - b) 個人線量計による測定
  - c) 避難指示解除後の線量推定

## 空間線量率分布の調査

### 1. 定点測定

- かく乱のない平坦な土地
- 状況が変化しにくい似た環境



エネルギー補償機能のあるサーベイメータを使用



80 km 圏内  
約6,500地点

### 2. 走行サーベイ

- 道路上で連続的な測定
- 様々な環境が含まれる

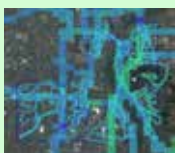


京大原子炉実験所で開発されたKURAMA-IIシステムを使用

東日本広域  
数万 km

### 3. 歩行サーベイ

- 生活環境で連続的な測定
- 様々な環境が含まれる



KURAMA-IIを測定員が携行

80 km 圏内  
約600地点

### 4. 無人ヘリ測定

- 福島第一原発の近傍
- 様々な環境が含まれる



LaBrスペクトル測定器を無人ヘリコプターに搭載

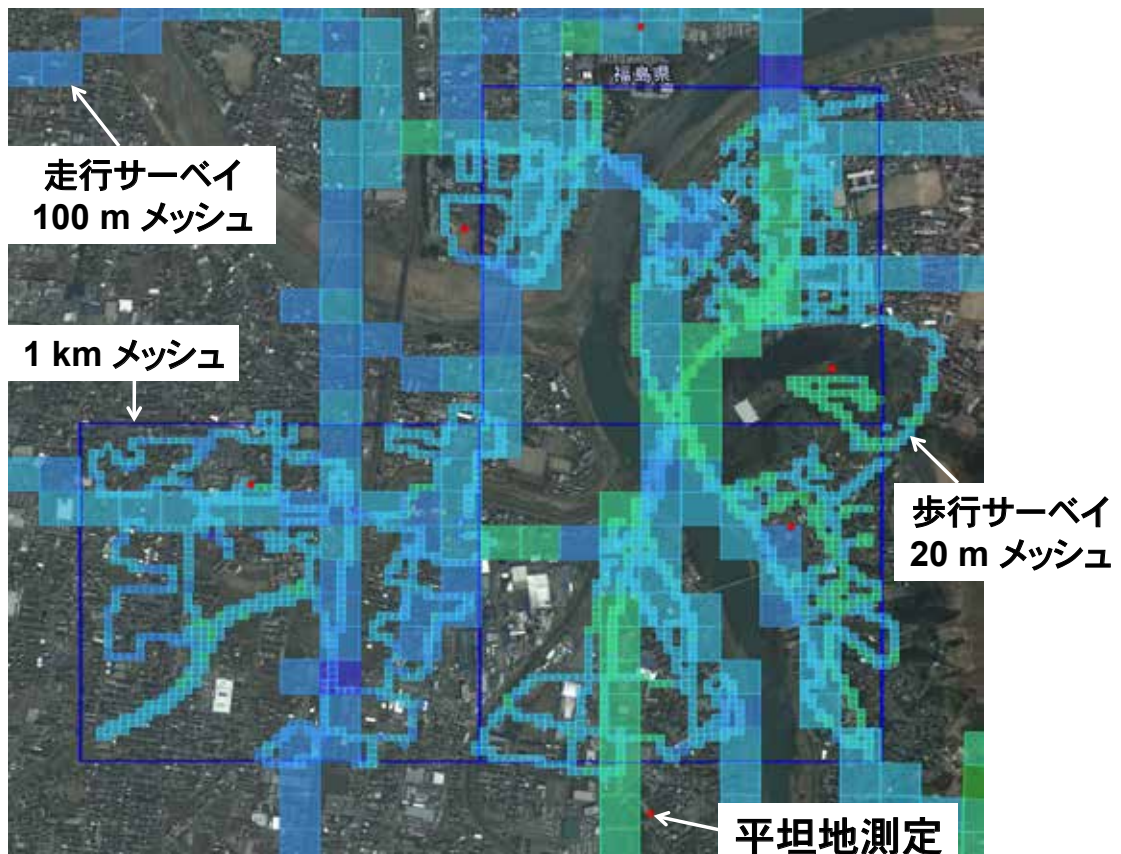
5 km 圏内  
80 m 間隔

## KURAMA-II システム

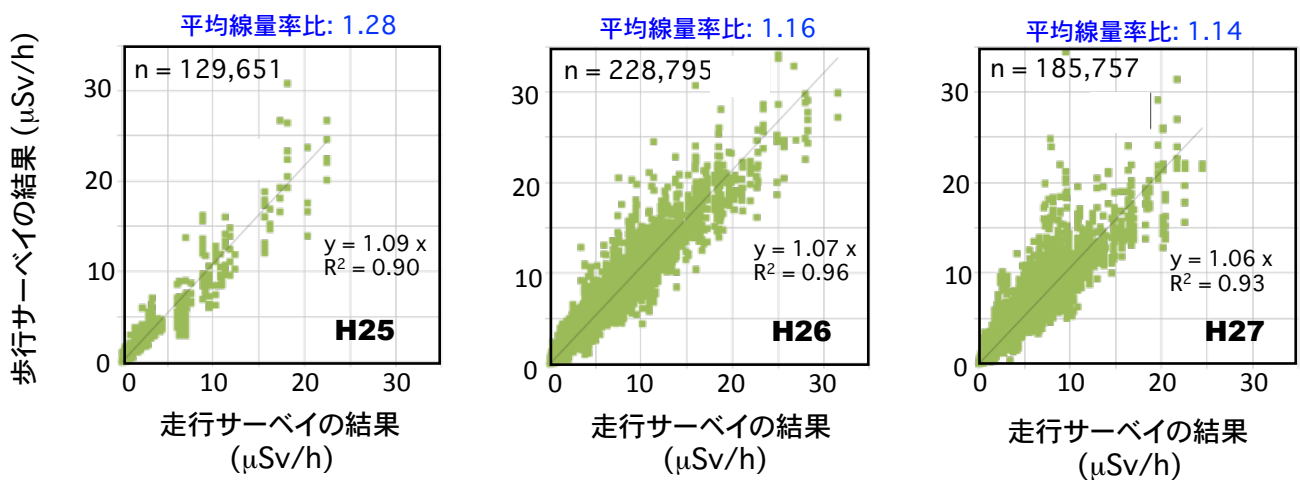
- コンパクト ● 操作が容易
- 携帯回線を通して取得データをリアルタイムで共有
- 100台を多くの地方自治体(当初約200)へ貸与
- 各自治体の協力により短期間に広域詳細マップを作成



# 定点測定、走行サーベイ、歩行サーベイの関係



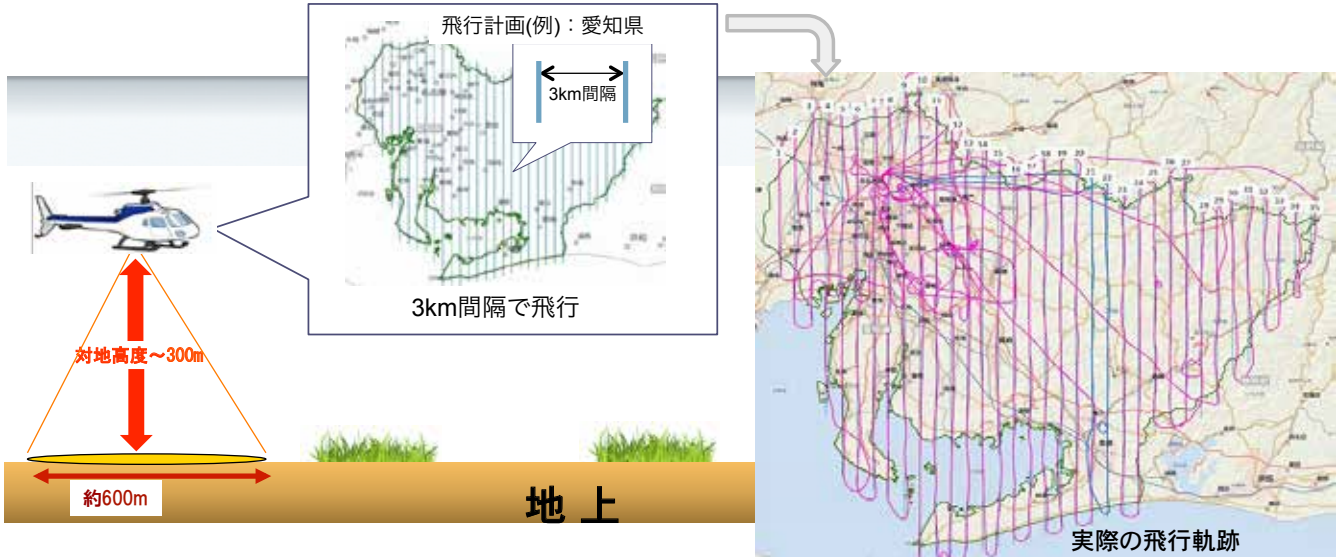
## 走行サーベイと歩行サーベイの 空間線量率の関係



- 歩行サーベイによる生活環境の空間線量率と道路上の空間線量率は良い相関を持つ
- 歩行サーベイのほうが少し高い

# 航空機モニタリング(分布状況調査外)

○高感度の放射線検出器(NaIシンチレータ)を搭載した航空機(ヘリコプター)で対地高度約300m上空を600m~5km間隔で飛行しながら地上からのガンマ線の情報を1秒間隔で連続して測定。



- 広い地域をカバーできる
- 位置分解能と精度は高くない

## 空間線量率測定手法のまとめ

空間線量率測定手法	評価			特徴
	データ精度	位置分解能	機動性	
定点測定	5	5	1	高精度の標準値
歩行サーベイ	4	4	2	生活環境に関連したデータ
走行サーベイ	3	3	4	地上における大量のデータ
無人ヘリモニタリング	2	2	4	航空機モニタリングを補完
航空機モニタリング	1	1	5+	広域をカバー

- それぞれの測定手法が異なる特徴を有し異なる情報を取得
- 複数の測定手法を必要に応じて組み合わせることが必要
- 事故を契機に詳細な空間線量率マップを作成するための技術基盤が確立

# 土壌中の放射性核種の調査

## 1. 土壌沈着量測定 (Bq/m<sup>2</sup>)

(1次調査)

- 1地点5個の土壌試料採取と分析
- 場所による濃度のばらつきが大



(2次調査以降)

- 可搬型Ge検出器による *in situ* 測定
- その場の平均的な沈着量を測定



## 2. 深度分布測定 (Bq/kg)

(1次調査)

- 鉄パイプを用いた土壌コア試料
- 定性的な分析のみ

(2次調査以降)

- スクレーパープレートを用いた層別土壌試料の採取
- 詳細な深度分布測定



# 発表の内容

## 1. 調査に用いた環境測定手法

## 2. 福島周辺における放射線環境の特徴

### a) 初期汚染の概況

### b) 経時変化と将来予測

## 3. 取得データの応用解析例

### a) 異なる手法による環境データの統合

### b) 除染シミュレーションと将来予測

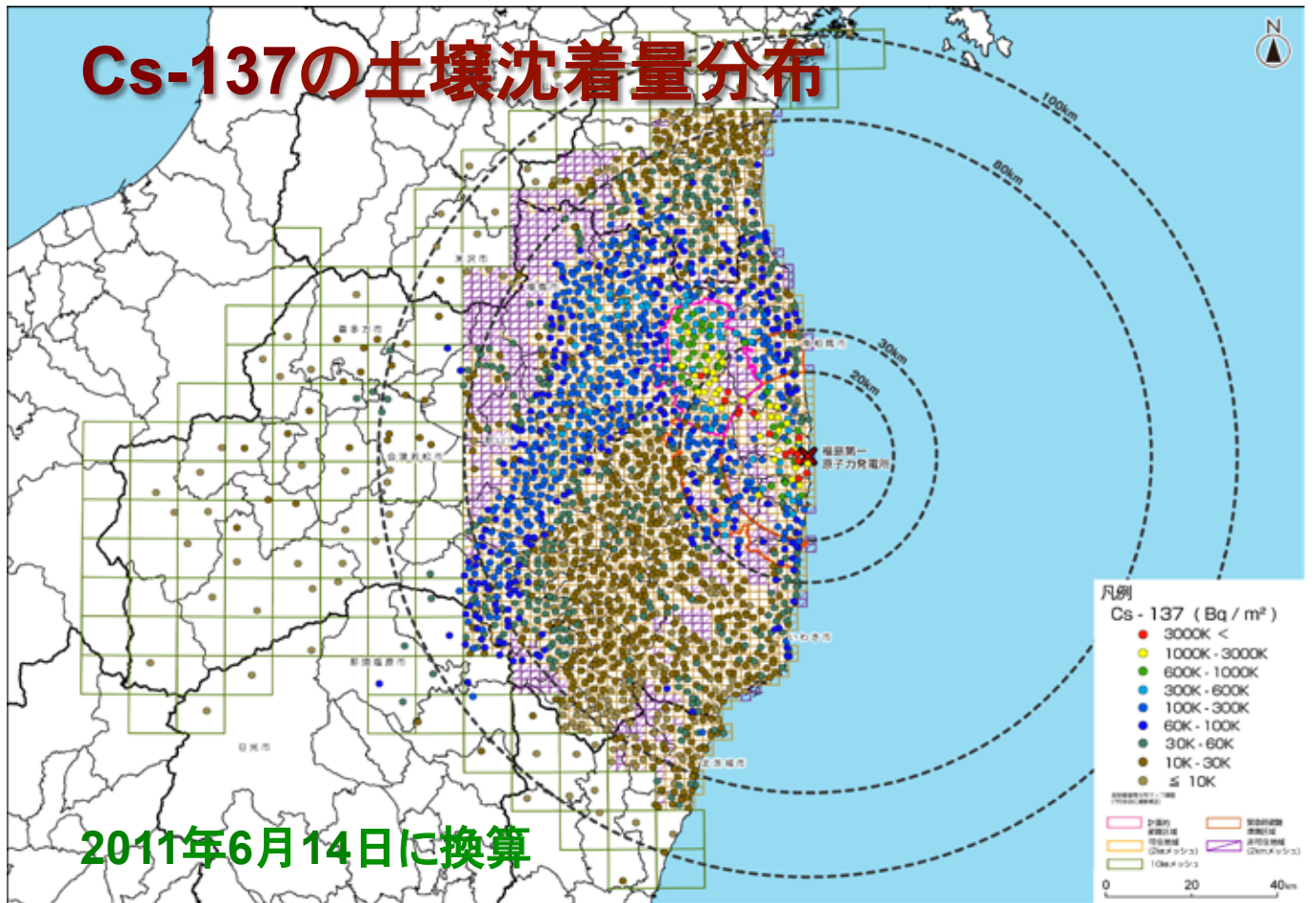
## 4. 外部被ばく線量の測定・評価

### a) 初期4か月間の線量

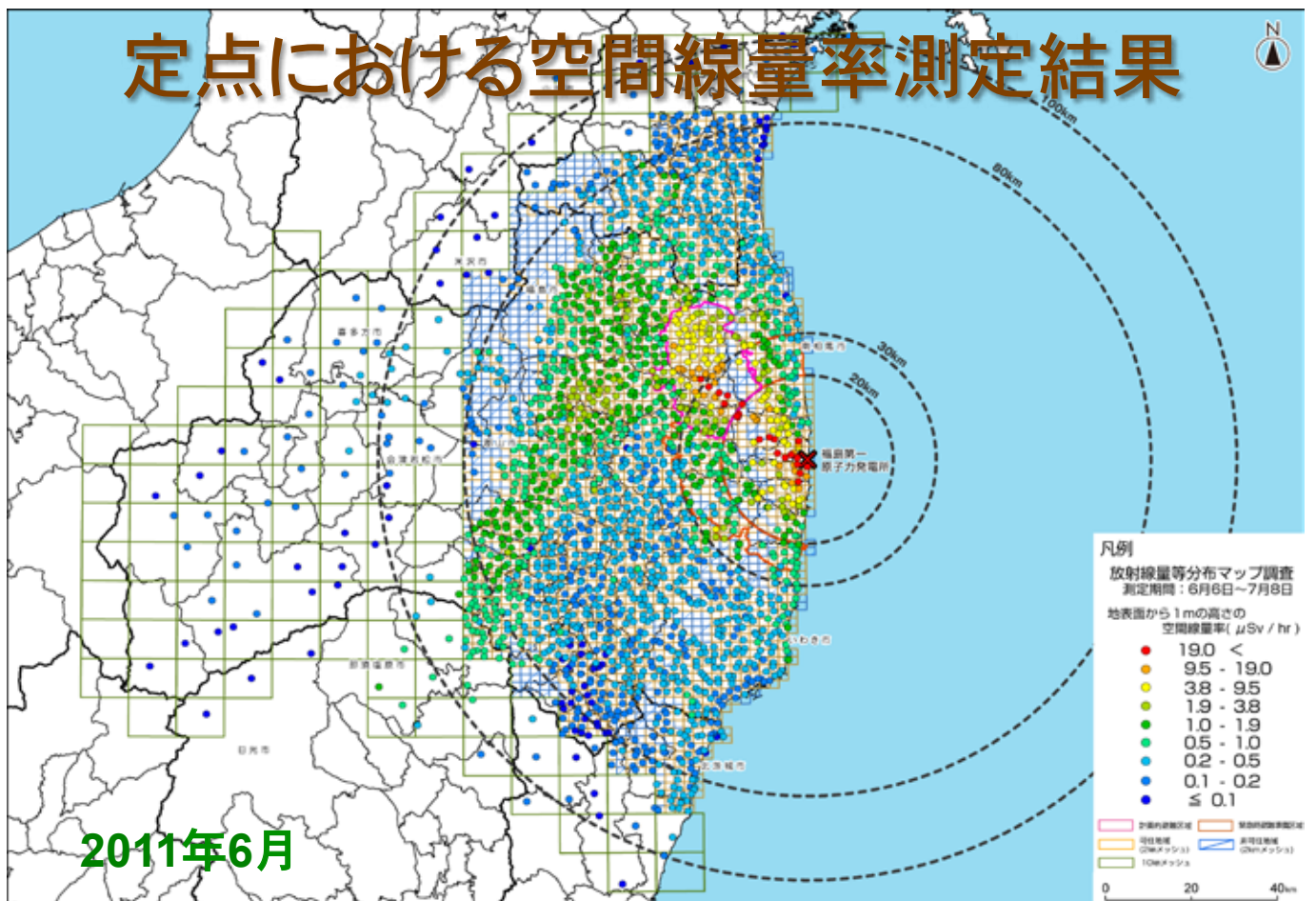
### b) 個人線量計による測定

### c) 避難指示解除後の線量推定

# Cs-137の土壌沈着量分布

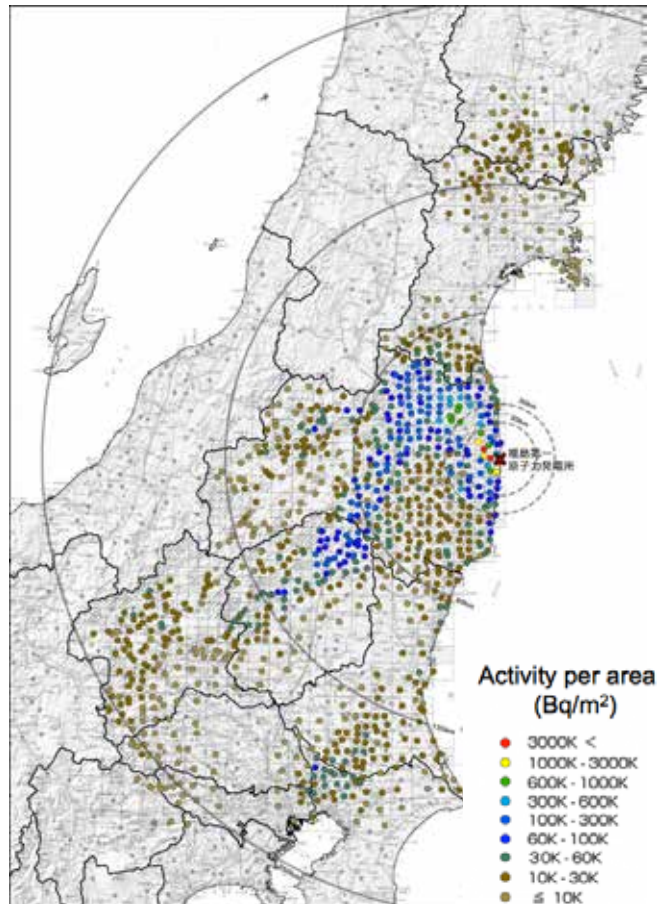


# 定点における空間線量率測定結果



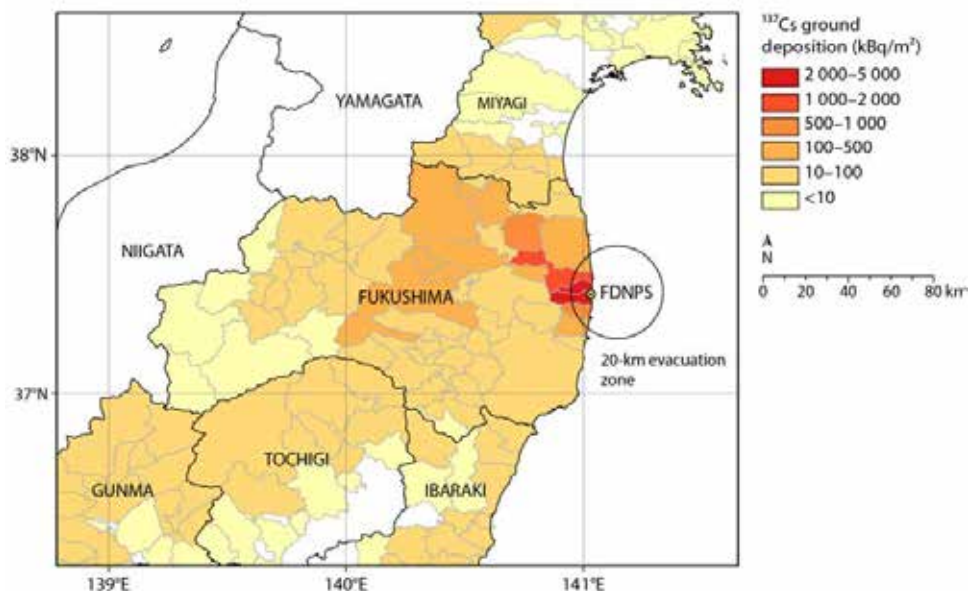
# 第2次マップ調査で 得られた $^{137}\text{Cs}$ 土壌沈着量 マップ

- 可搬型Ge検出器を用いた *in situ* 測定
- 2011年12月～2012年5月の間に東日本の約1,000地点にて測定を実施
- 2012年3月1日に換算

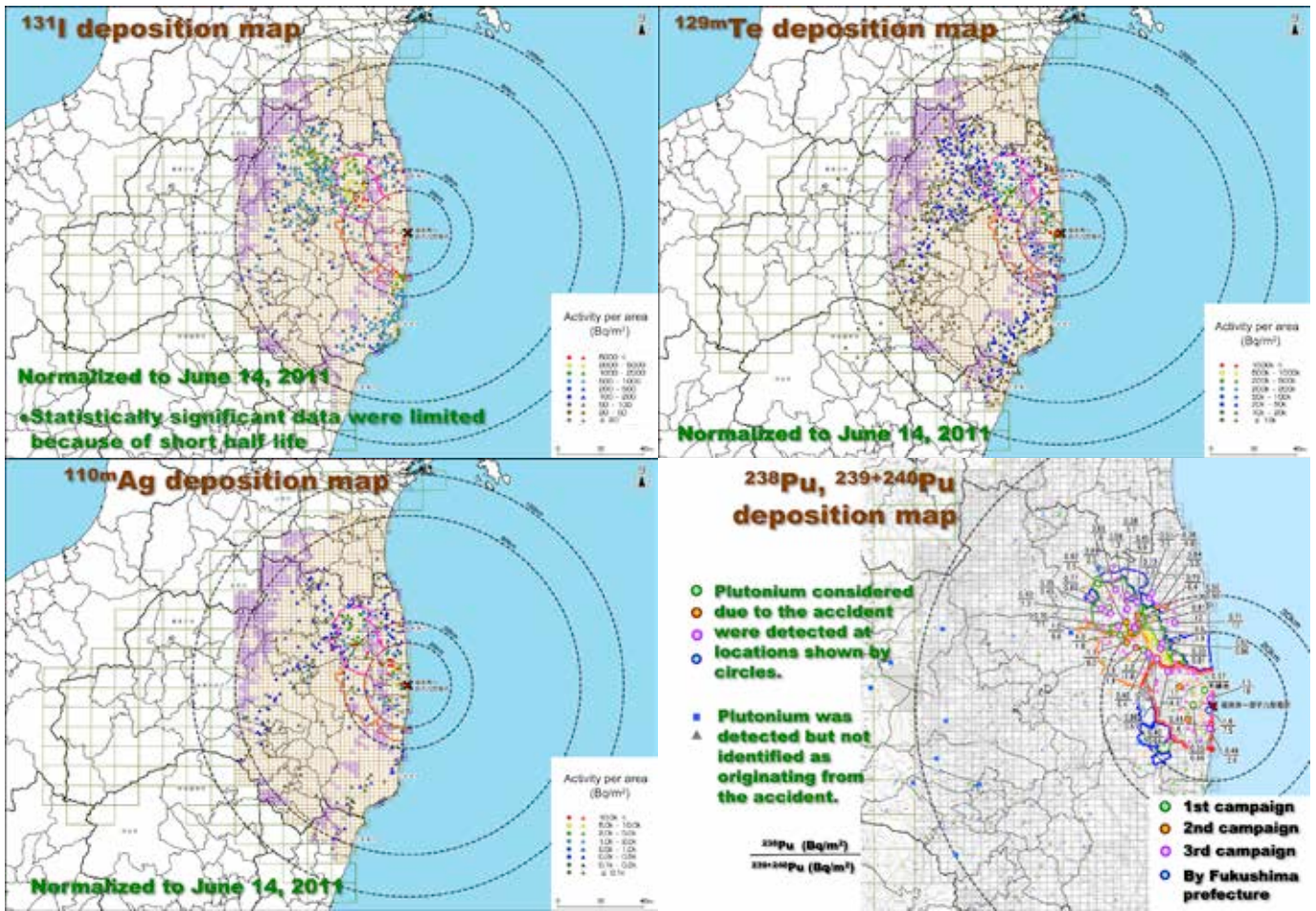


## UNSCEAR 2013 報告書において線量評価の 基本データとして使用された分布状況調査の結果

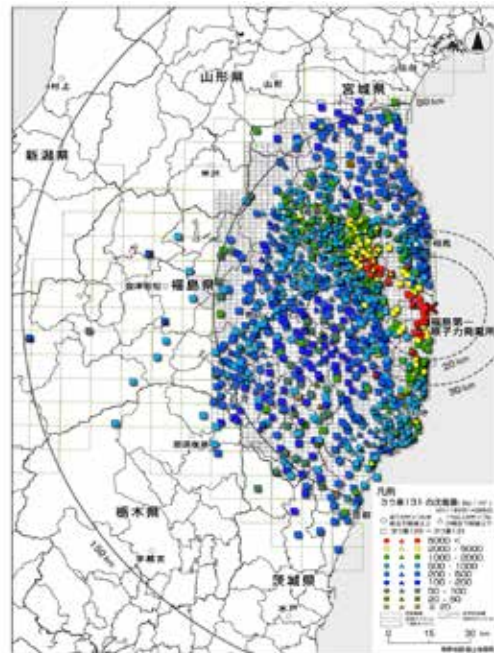
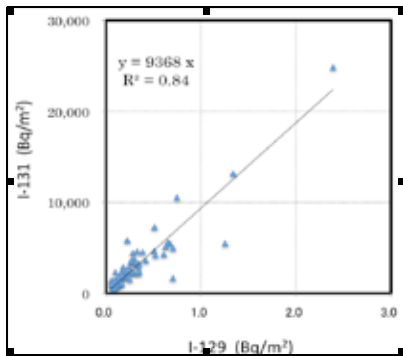
Figure C-II. Deposition density of  $^{137}\text{Cs}$  averaged by district within Fukushima Prefecture and some districts in neighbouring prefectures, based on data from the MEXT ground survey adjusted to 14 June 2011







# AMSを利用した 129I 測定に基づく 131I マップの詳細化



- 土壌試料中の 129I と 131I の 相関関係を確認

- 131I が検出されなかった土壌試料中の 129I を測定しその結果により 131I マップを詳細化

# 被ばく線量の概算

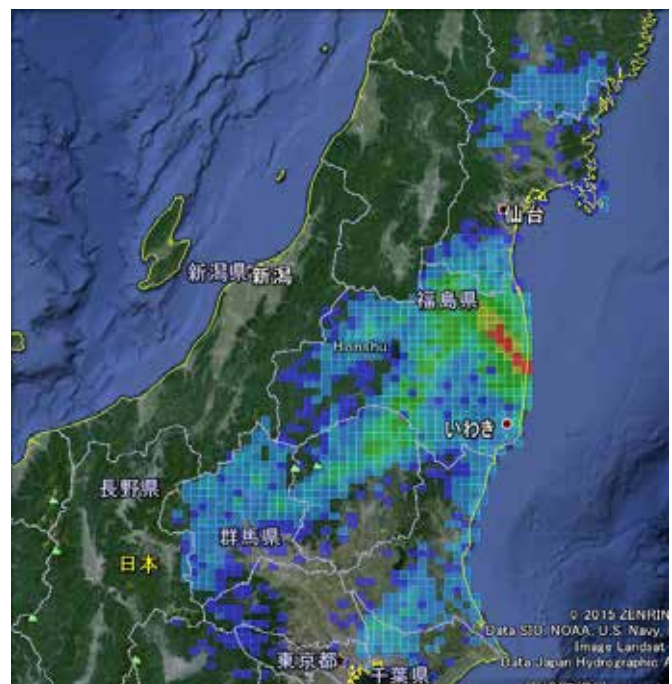
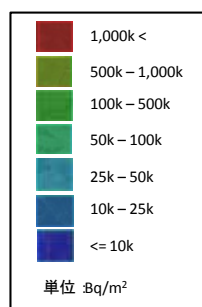
- 観測された最大土壌濃度 (Bq/m<sup>2</sup>) を用いて過大側に線量評価
- 2011年6月から50年間の外部被ばくと再浮遊核種の吸入による内部被ばく

核種名	半減期	最大濃度 (Bq/m <sup>2</sup> )	50年間の積算実効線量	
			換算係数 (μSv/h)/(Bq/m <sup>2</sup> )	計算結果 (mSv)
Cs-134	2.065年	1.4×10 <sup>7</sup>	5.1×10 <sup>-2</sup>	710
Cs-137	30.167年	1.5×10 <sup>7</sup>	1.3×10 <sup>-1</sup>	2000(2.0Sv)
I-131	8.02日	5.5×10 <sup>4</sup>	2.7×10 <sup>-4</sup>	0.015
Sr-89	50.53日	2.2×10 <sup>4</sup>	2.8×10 <sup>-5</sup>	0.00061 (0.61 μSv)
Sr-90	28.79年	5.7×10 <sup>3</sup>	2.1×10 <sup>-2</sup>	0.12
Pu-238	87.7年	4	6.6	0.027
Pu-239+240	2.411×10 <sup>4</sup> 年	15	8.5	0.12
Ag-110m	249.95日	8.3×10 <sup>4</sup>	3.9×10 <sup>-2</sup>	3.2
Te-129m	33.6日	2.7×10 <sup>6</sup>	2.2×10 <sup>-4</sup>	0.6

(TECDOC-1162の線量係数を使用)

## 陸域における <sup>137</sup>Cs 総沈着量の評価 (2011年6月14日時点)

- 地上における測定と航空機モニタリングの結果を統合
- 80 km 圏内に1.6 PBq 東日本全域に 2.0 PBq が沈着

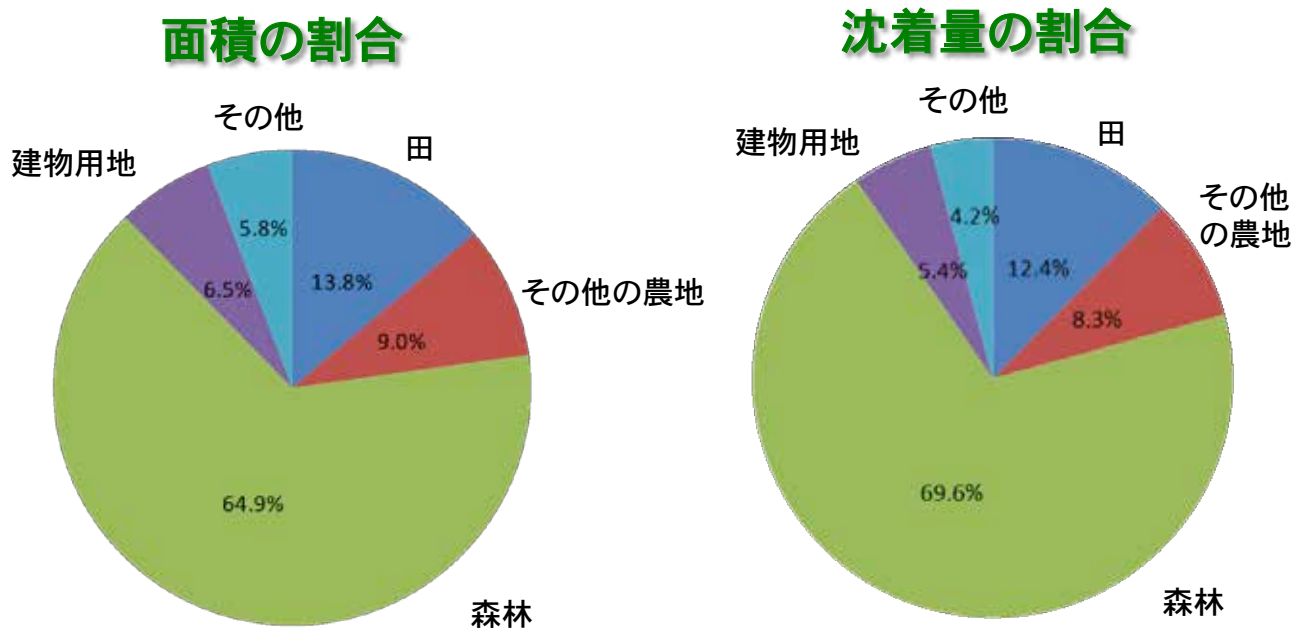


## 福島第一原発から80 km 圏内の土地利用状況



(国土交通省 国土数値情報 土地利用3次メッシュデータ)

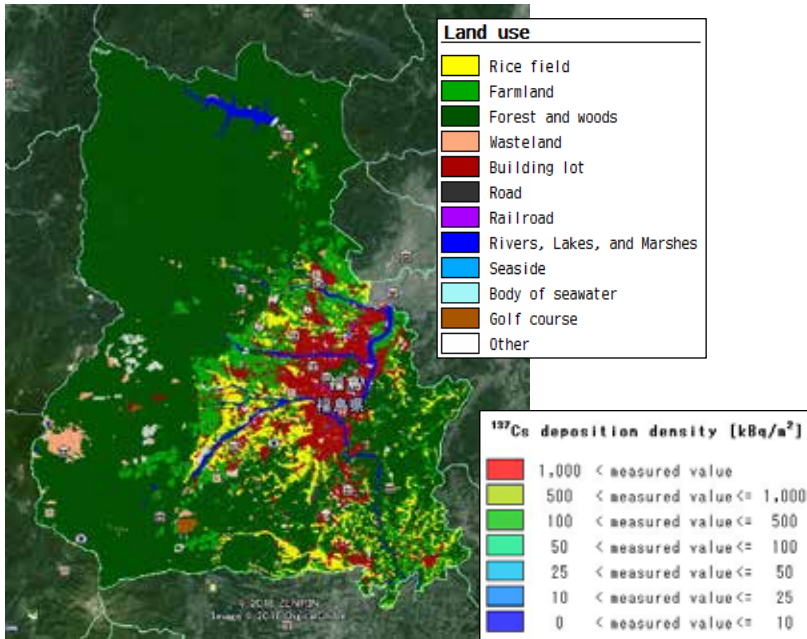
## 80 km 圏内の土地利用状況別の<sup>137</sup>Cs沈着量



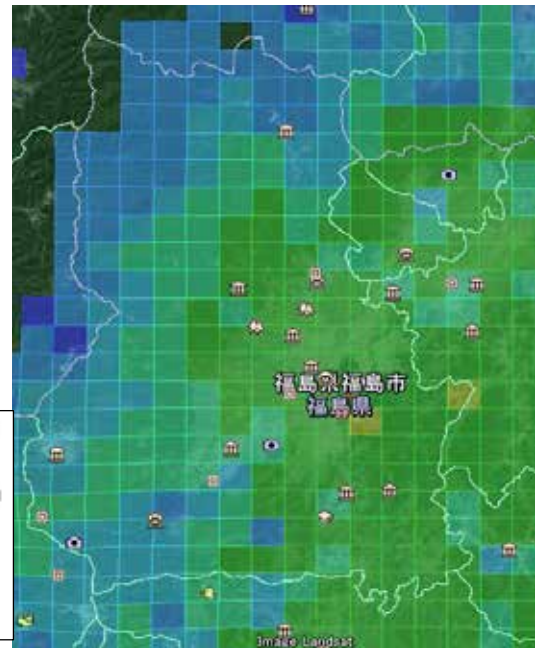
● **70%: 森林, 20%: 農業用地, 5%: 建物用地**

# 福島市の土地利用状況とCs-137 沈着量分布

福島市の土地利用区分(100mメッシュ)

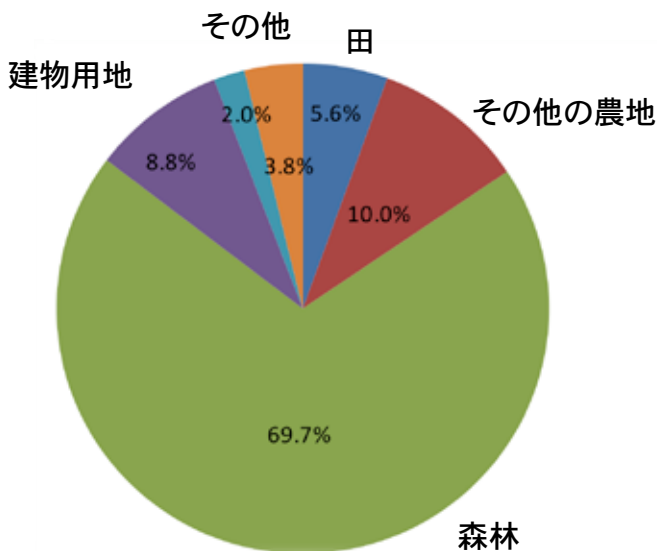


Cs137沈着濃度(2kmメッシュ)

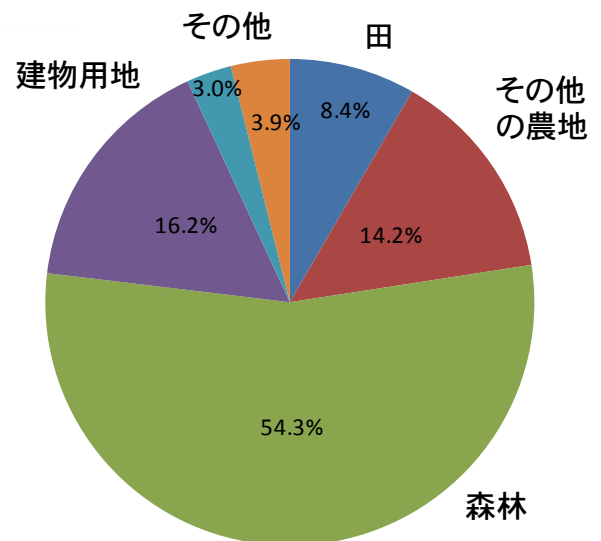


## 福島市の土地利用状況別の<sup>137</sup>Cs沈着量

面積の割合



沈着量の割合



● 沈着量の割合が 80 km 圏内とは異なる

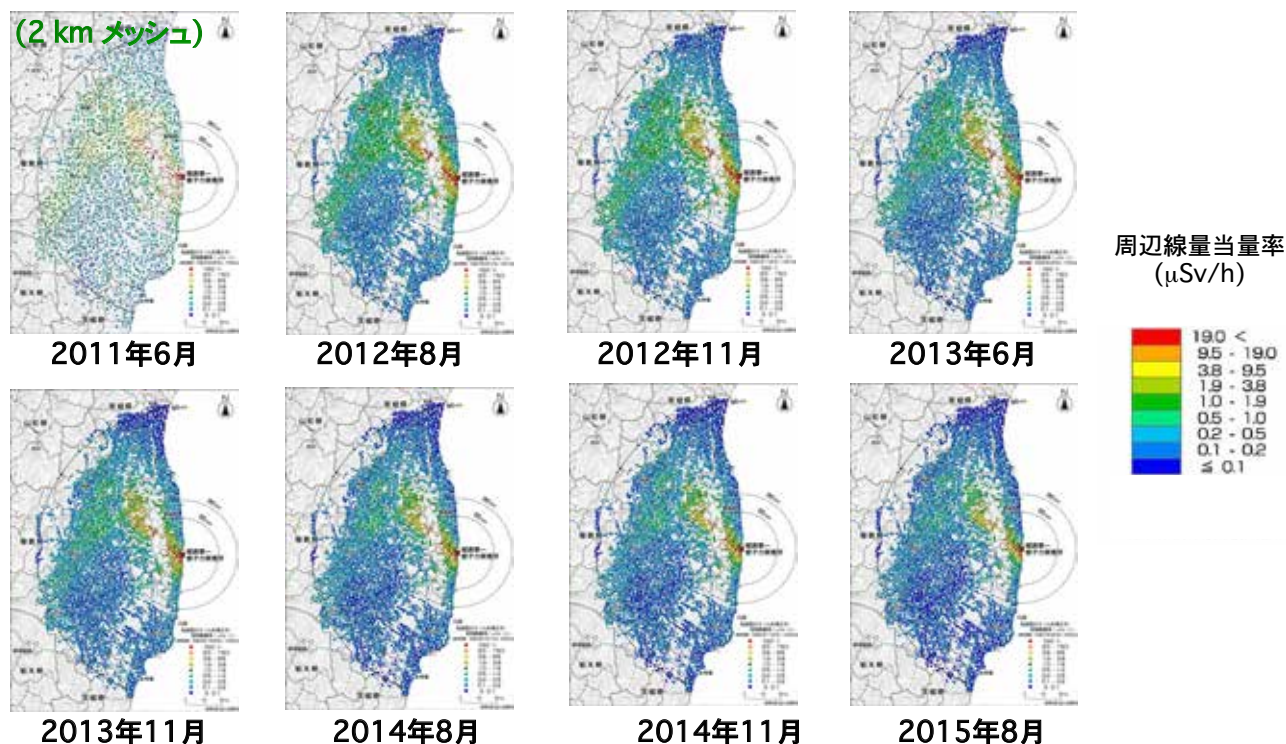
# 発表の内容

1. 調査に用いた環境測定手法
2. 福島周辺における放射線環境の特徴
  - a) 初期汚染の概況
  - b) 経時変化と将来予測
3. 取得データの応用解析例
  - a) 異なる手法による環境データの統合
  - b) 除染シミュレーションと将来予測
4. 外部被ばく線量の測定・評価
  - a) 初期4か月間の線量
  - b) 個人線量計による測定
  - c) 避難指示解除後の線量推定

## 分布状況調査における環境測定の実施時期

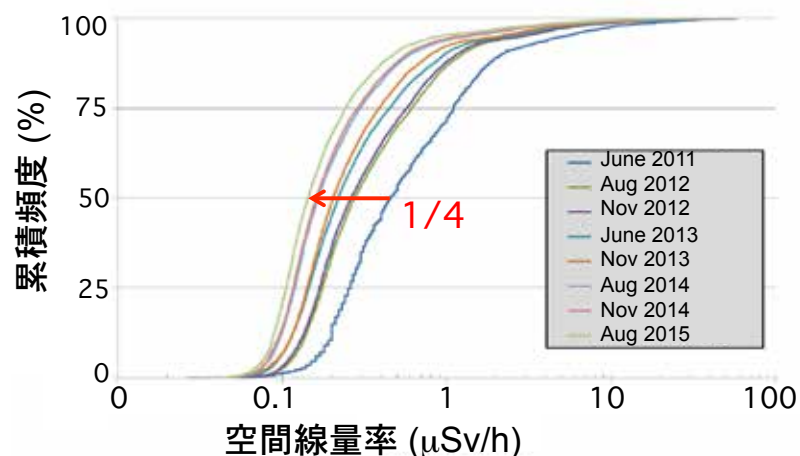
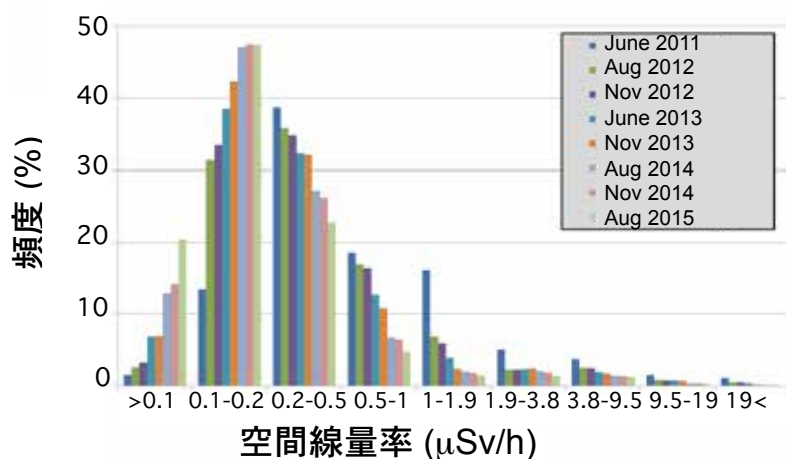
調査項目	平成23年(2011年)				平成24年(2012年)				平成25年(2013年)				平成26年(2014年)				平成27年(2015年)			
	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12
定点測定		第1次 (2011/6/4-7/8)		第2次 (2011/12/13-2012/5/29)		第3次前期 (2012/8/14-9/7)		第3次後期 (2012/11/5-12/7)		第4次前期 (2013/6/3-7/4)		第4次後期 (2013/10/28-12/4)		第5次後期 (2014/7/15-9/5)					第6次 (2015/8/3-9/8)	
走行サーベイ	第1次 (2011/6/6-6/13)		第2次 (2011/12/5-12/28)		第3次 (2012/3/13-3/30)		第4次 (2012/8/20-10/12)		第5次 (2012/11/5-12/10)		第6次 (2013/6/12-8/8)		第7次 (2013/11/5-12/12)		第8次 (2014/6/23-8/8)		第9次 (2014/11/4-12/5)		第10次 (2015/11/2-12/18)	
歩行サーベイ										第4次前期 (2013/6/10-7/5)		第4次後期 (2013/11/5-12/4)		第5次前期 (2014/7/28-9/12)		第5次後期 (2014/10/30-12/18)		第6次前期 (2015/6/29-8/5)		第6次後期 (2015/10/26-12/4)
無人ヘリ モニタリング							第1回 (2012/8/30-10/20)		第2回 (2013/1/27-3/20)		第3回 (2013/6/6-7/31)		第4回 (2013/11/19-2014/1/7)		第5回 (2014/6/23-7/22)		第6回 (2014/11/14-2015/1/15)		第7回 (2015/6/2-10/22)	
土壌沈着量	第1次 ※土壌採取 (2011/6/4-7/8)		第2次 (2011/12/13-2012/5/29)		第3次前期 (2012/8/14-9/7)		第3次後期 (2012/11/5-12/7)		第4次前期 (2013/6/3-7/10)		第4次後期 (2013/10/28-12/6)		第5次後期 (2014/6/23-7/31)		第5次後期 (2014/10/27-12/5)		第6次 (2015/8/24-10/7)			
土壌深度分布			第2次 (2011/12/12-12/22, 2012/4/24)		第3次前期 (2012/8/21-9/5, 9/28)		第3次後期 (2012/11/28-12/7, 12/21)		第4次前期 (2013/6/3-6/27)		第4次後期 (2013/10/28-11/29)		第5次後期 (2014/7/14-7/24)		第5次後期 (2014/11/4-11/13)		第6次 (2015/8/24-9/25)			

# 定点測定による空間線量率分布の経時変化 (1 km メッシュ)



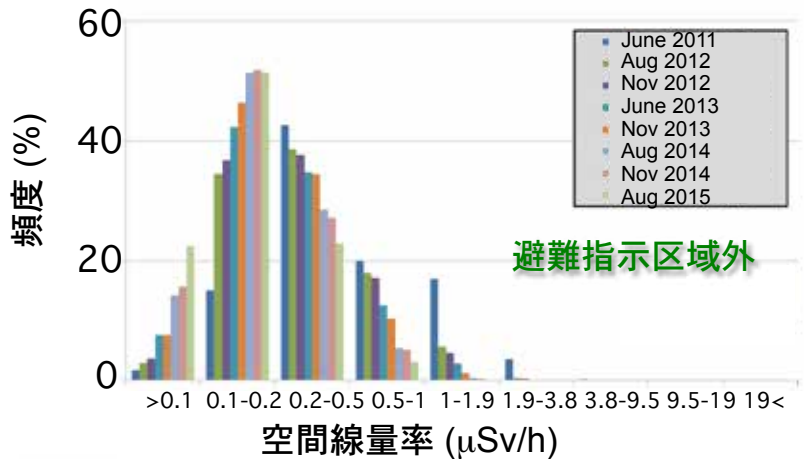
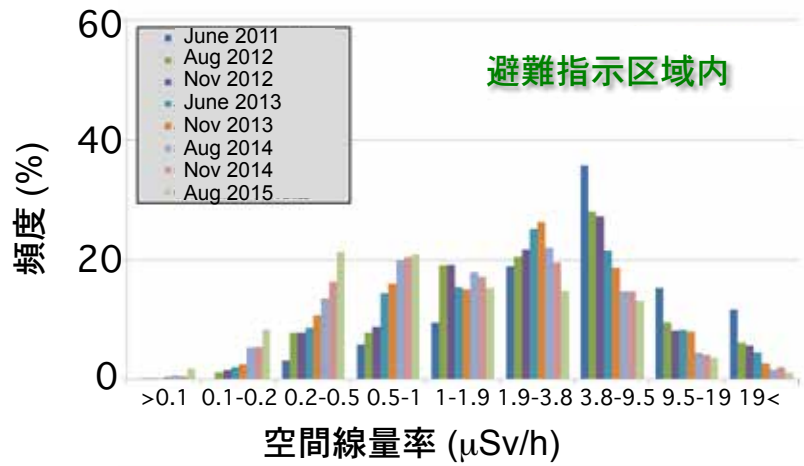
## 80 km 圏内の 平坦地上におけ る空間線量率の 頻度分布 (定点測定)

- 0.2 μSv/h 以下の地域  
が時間とともに増加
- 攪乱のない平坦地上の  
平均空間線量率は4年間に  
1/4 に減少



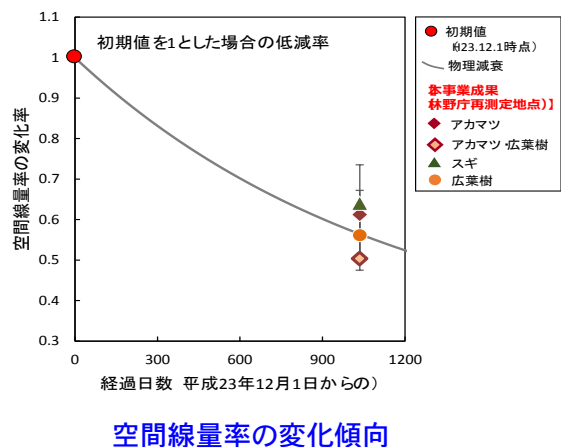
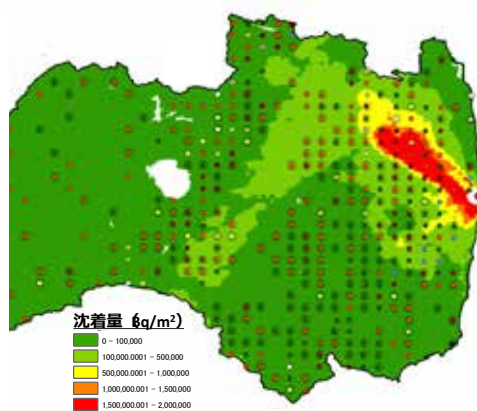
## 避難指示区域内外の 平坦地上における 空間線量率の頻度分布

- 避難指示区域内でも  
**3.8  $\mu\text{Sv/h}$  以下の地域が**  
かなりの割合で存在する



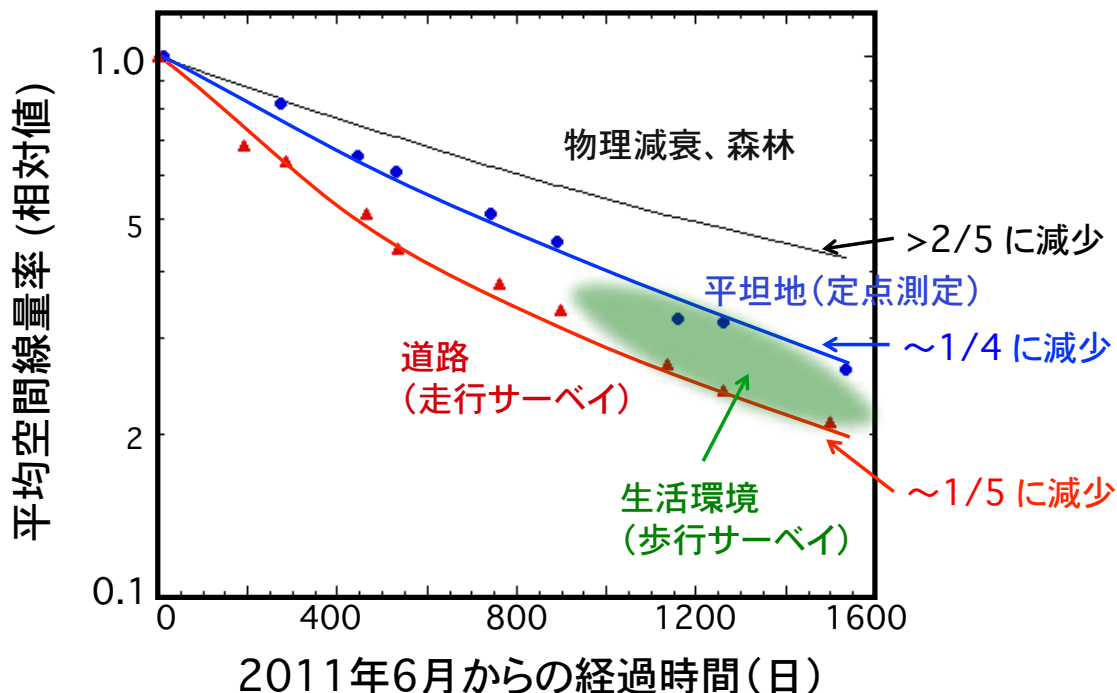
## 森林における空間線量率の減少傾向

- 事故の起こったH23年、林野庁は福島県内の森林内の多地点において空間線量率の測定を実施した。
- 筑波大学は同地点でH26年に空間線量率を測定し減少傾向を解析した。



- 樹木の種類により多少の傾向の違いがあるが、全体的に森林内の空間線量率は半減期による物理減衰に従って減少してきた。
- 放射性セシウムのほとんどは森林内に留まっており、外部への移行の割合は小さい。  
(恩田 他, 分布状況調査結果)

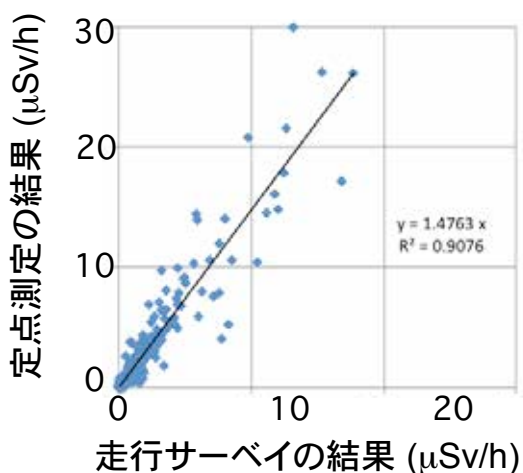
## 80 km 圏内の空間線量率の経時変化(2011～2015)



- 人間が生活する環境周辺の空間線量率は物理減衰より顕著に速く減少してきた

## 定点測定と走行サーベイの空間線量率の関係

### H27年11月における空間線量率の比較



### 空間線量率の比率の経時変化

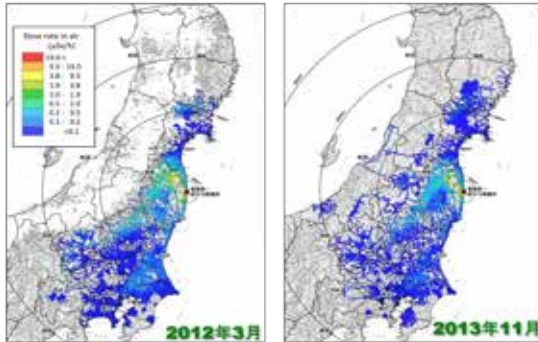


- 定点と道路上の空間線量率は良い相関を持つ
- 空間線量率比率が最初の2年間に増加しその後ほぼ一定

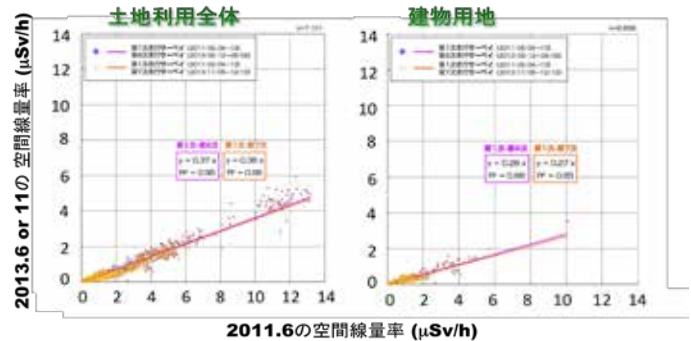


# 空間線量率の変化の解析

- ・ 走行サーベイのデータを解析し、空間線量率の変化と関連の深い要因を明らかにした。



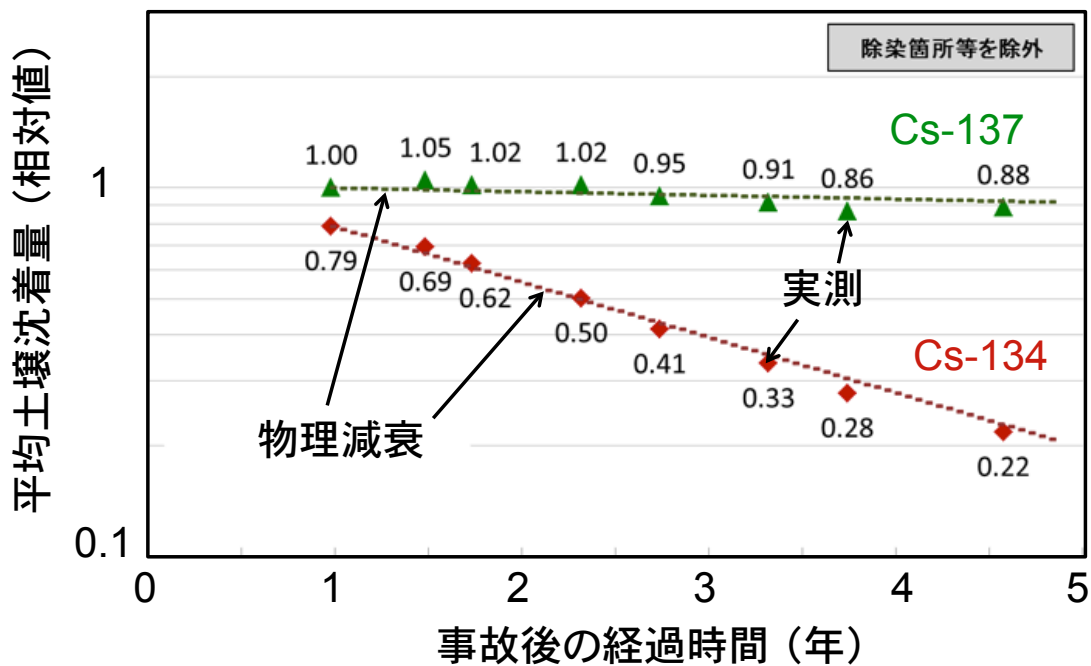
走行サーベイにより測定した空間線量率分布の変化



土地利用状況の影響 (走行サーベイデータ)

- 都市域や水域では減少が早く、森林域では遅いことがわかった。
- 避難指示区域内に比べ区域外では空間線量率の減少が早く、除染のみならず人間活動全般により線量率が加速されることがわかった。
- これらの知見を予測モデルに組み込んで予測を行なう。

## 80 km 圏内の土壤沈着量の経時変化(2011~2015)

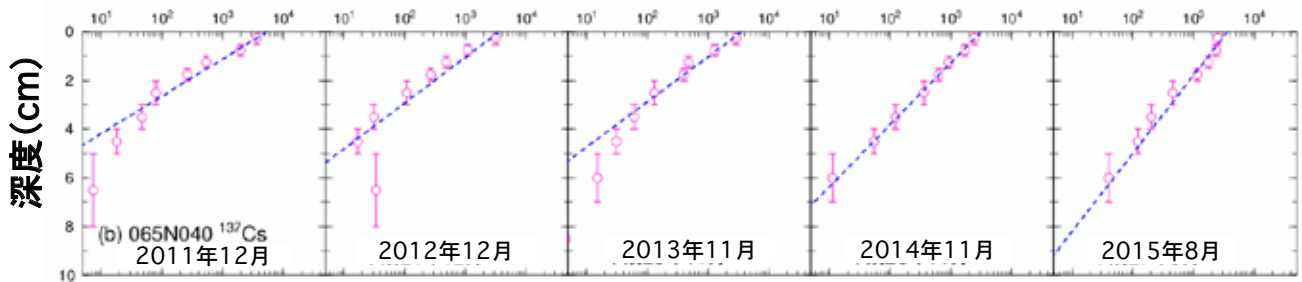


- かく乱のない平坦値では物理減衰に従って減少
- 横方向への放射性セシウムの動きは小さい

# 放射性セシウム地中深度分布の経時変化の例

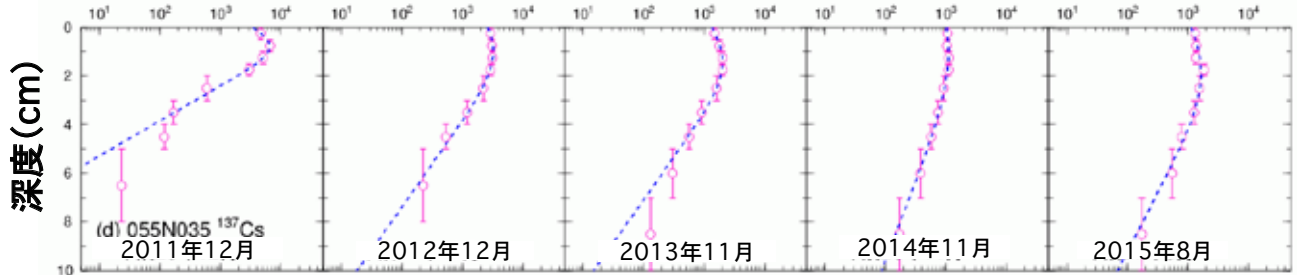
## (1) 指数関数分布

Cs-137 濃度 (Bq/kq)



## (2) ピークを持つ分布

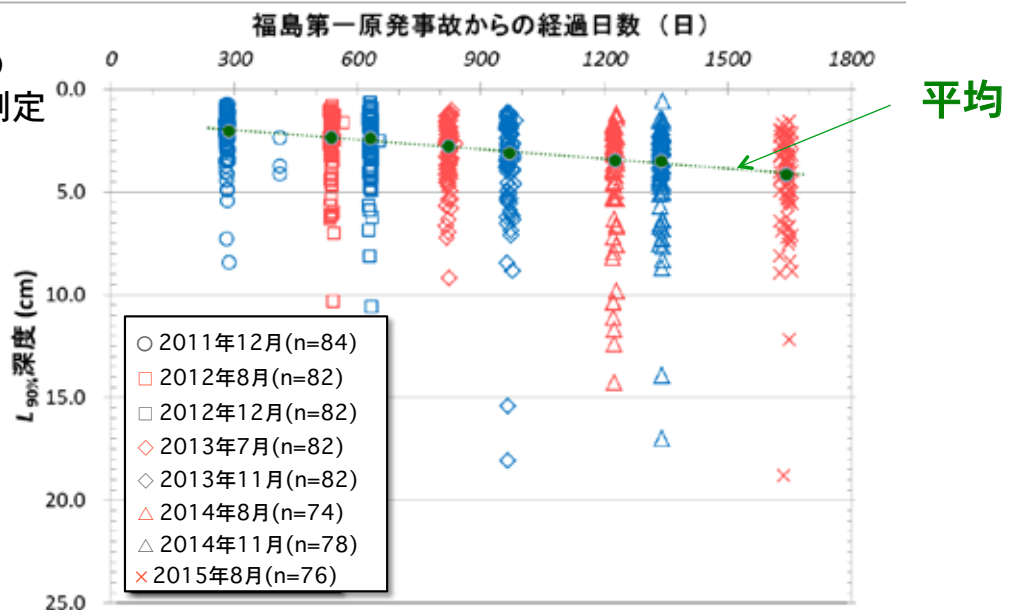
Cs-137 濃度 (Bq/kq)



● 時間とともに深度分布の傾きが増加

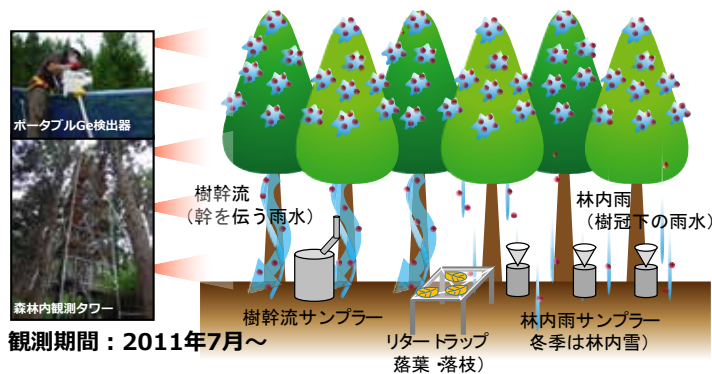
## 90%深度の経時変化 (放射性セシウムの90%が含まれる深度)

80 km 圏内の  
約80地点で測定

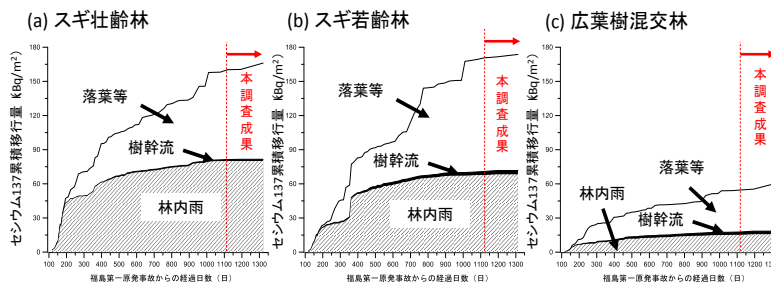


● 時間とともに地中へ浸透してきたが2015年における90%深度の平均値はまだ 5 cm 以内

# 森林における放射性セシウムの移動



森林内セシウム移行の調査の様子

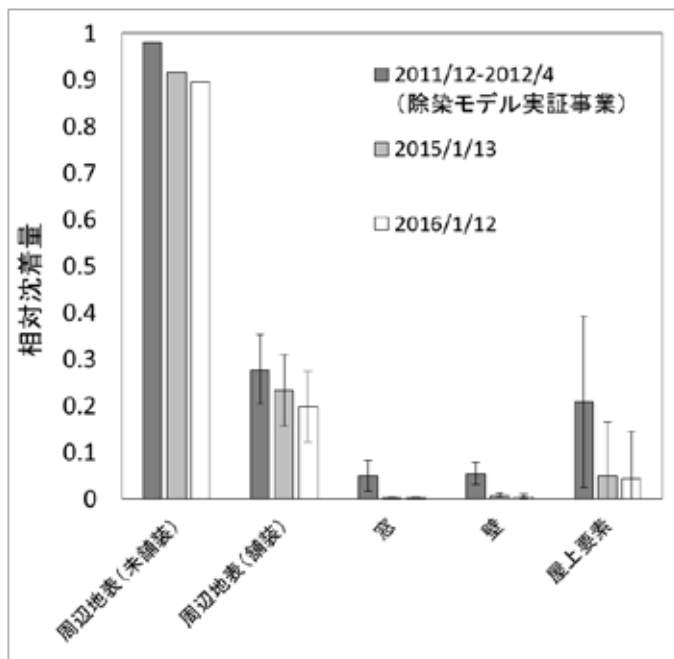


セシウムの移行量の積算値

- 事故の直後、スギ林では樹冠と地表面の両方に、落葉樹林では主に地表面にセシウムは沈着した。
- 時間とともにセシウムは樹冠から地表面へ移行して現在は相当部分が地表面近くに存在する。
- 森林から外部への流出量は小さい (0.1%/年のオーダー)

(恩田 他, 分布状況調査結果)

# 人工建造物上のセシウム沈着量の変化



- 未舗装の周辺地表の事故直後における沈着量を1として表した
- 人工建造物上のセシウム沈着量は除染をしていない場所でも急速に小さくなった

(吉村 他)

# 空間線量率経時変化のまとめ

速い

遅い

空間線量率の減少



高い

空間線量率

低い

森林内で移動

- 水平方向の動きは小
- 地中への浸透
- 土によるガンマ線遮蔽効果の増加

複雑

降雨等により除去されやすい

放射性セシウムの動き

## 空間線量率減衰の2成分モデル

2成分モデル式

速い成分の減衰

遅い成分の減衰

物理減衰

$$D(t) = (D_0 - D_{BG}) \left\{ f_{fast} \exp(-\ln 2 / T_{fast} \cdot t) + (1 - f_{fast}) \exp(-\ln 2 / T_{slow} \cdot t) \right\} \frac{k \exp(-\lambda_{134} t) + \exp(-\lambda_{137} t)}{k + 1} + D_{BG}$$

ここで、

- $D(t)$  : 経過時間  $t$  [y] における空間線量率 [ $\mu\text{Sv/h}$ ]
- $D_0$  : 初期空間線量率 [ $\mu\text{Sv/h}$ ]
- $D_{BG}$  : バックグラウンド空間線量率 [ $\mu\text{Sv/h}$ ]
- $f_{fast}$  : 減衰が速い成分の割合 [-]
- $T_{fast}$  : 減衰が速い成分の環境半減期 [y]
- $T_{slow}$  : 減衰が遅い成分の環境半減期 [y]
- $k$  :  $^{134}\text{Cs}$  の  $^{137}\text{Cs}$  に対する初期空間線量率比 [-]
- $\lambda_{134}$  :  $^{134}\text{Cs}$  の壊変定数 [ $\text{y}^{-1}$ ]
- $\lambda_{137}$  :  $^{137}\text{Cs}$  の壊変定数 [ $\text{y}^{-1}$ ]

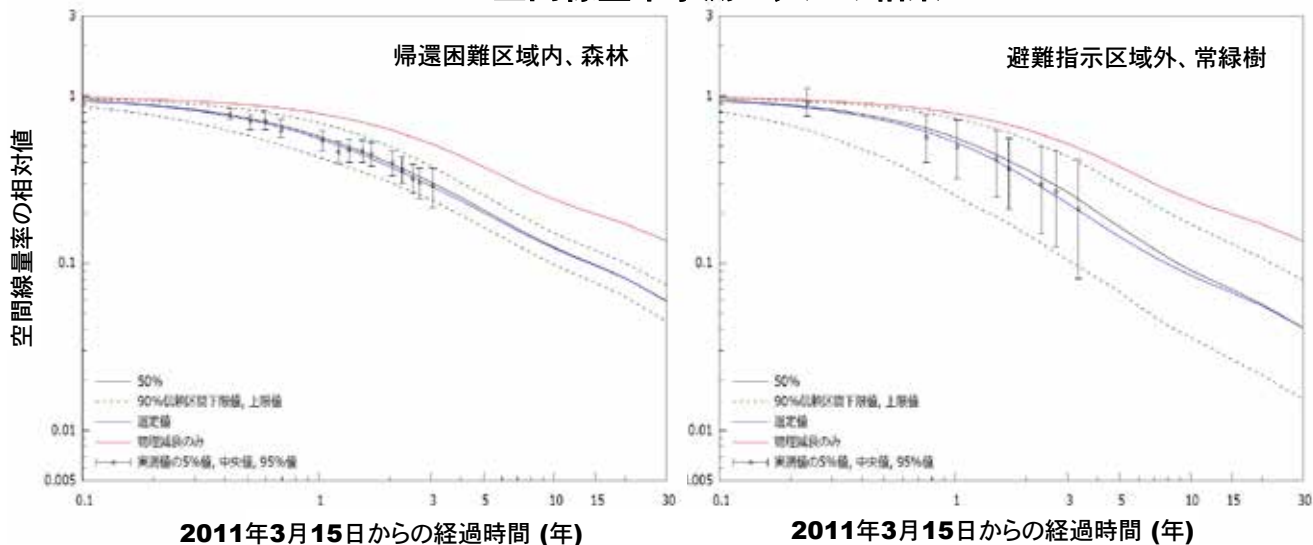
ALOS土地利用  
土地被覆図



- ・ 走行サーベイのデータを基にパラメータを決定
- ・ データの不足している部分について航空機サーベイ及び歩行サーベイを活用

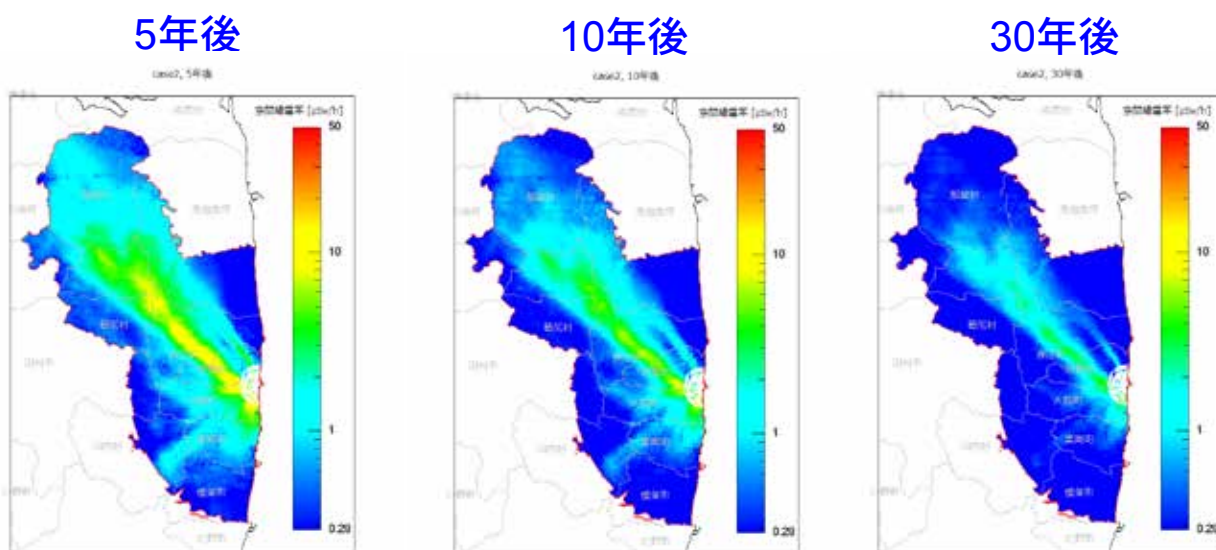
# 避難指示区域内外の空間線量率減少傾向の比較

## 空間線量率予測モデルの結果



- 同じ森林に分類される地域であっても避難指示区域の内外で空間線量率の減少傾向が明らかに異なる
- 人間の活動の影響を示唆しているが人間活動と関連付けた定量的な解析は行われていない

## 空間線量率の予測例



## 2成分モデルを用い避難区域内のパラメータを使用して予測

原子力規制庁からの委託で開発したモデルを用いて原子力機構が作成

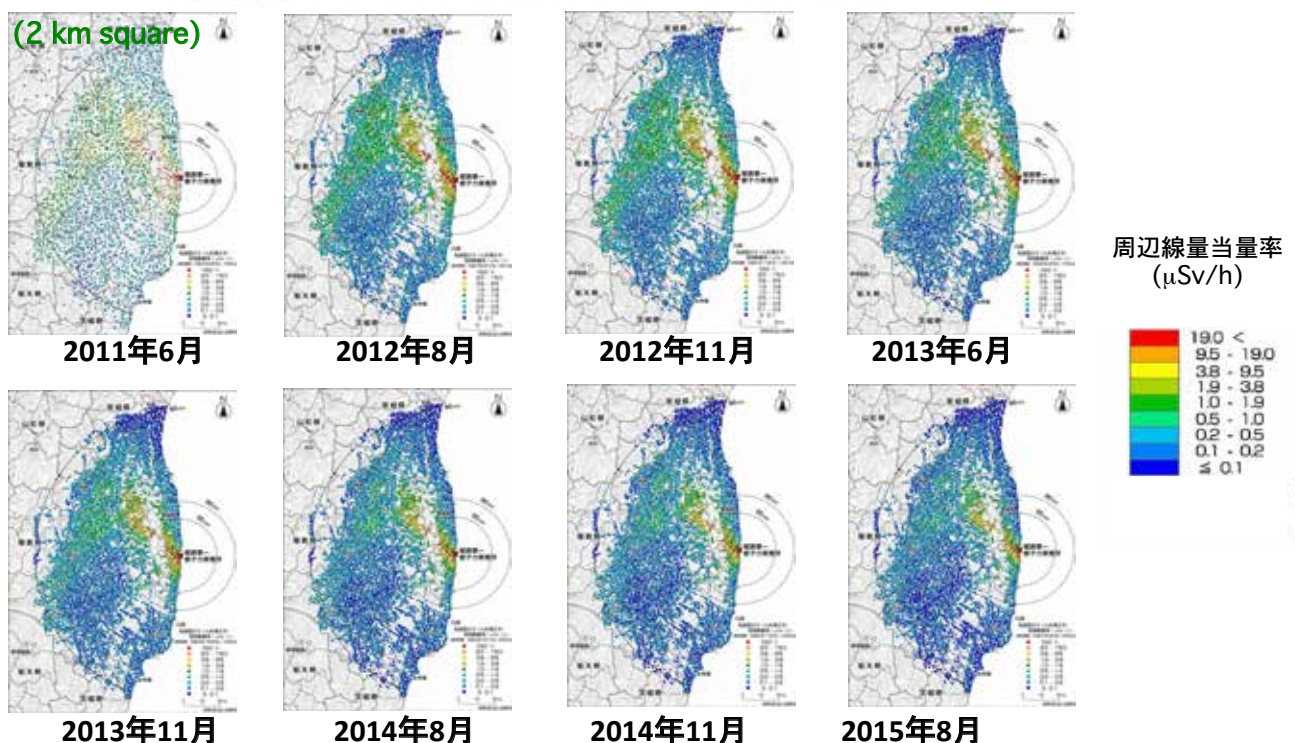
(木名瀬他: 福島復興シンポ, 2015)

# 発表の内容

1. 調査に用いた環境測定手法
2. 福島周辺における放射線環境の特徴
  - a) 初期汚染の概況
  - b) 経時変化と将来予測
3. 取得データの応用解析例
  - a) 異なる手法による環境データの統合
  - b) 除染シミュレーションと将来予測
4. 外部被ばく線量の測定・評価
  - a) 初期4か月間の線量
  - b) 個人線量計による測定
  - c) 避難指示解除後の線量推定

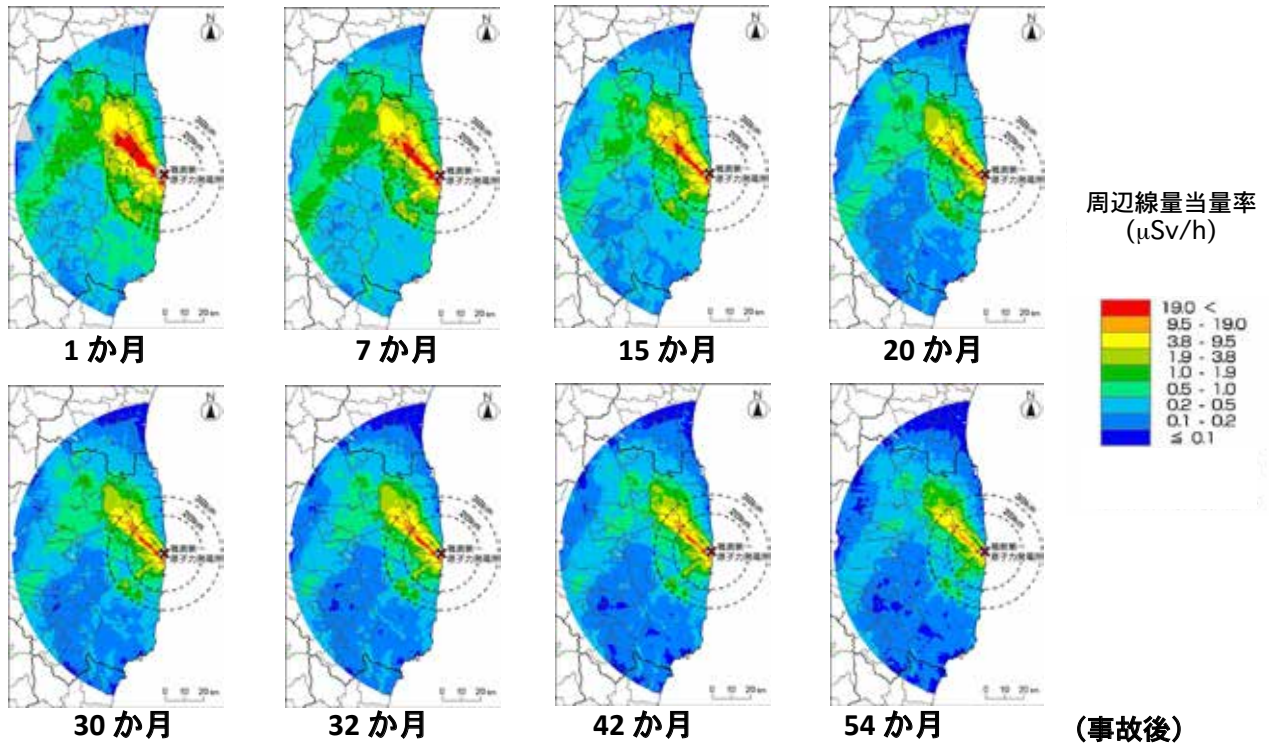
## 定点測定による空間線量率分布の経時変化 (1 km メッシュ)

- 高精度であるが測定値のない地域が存在



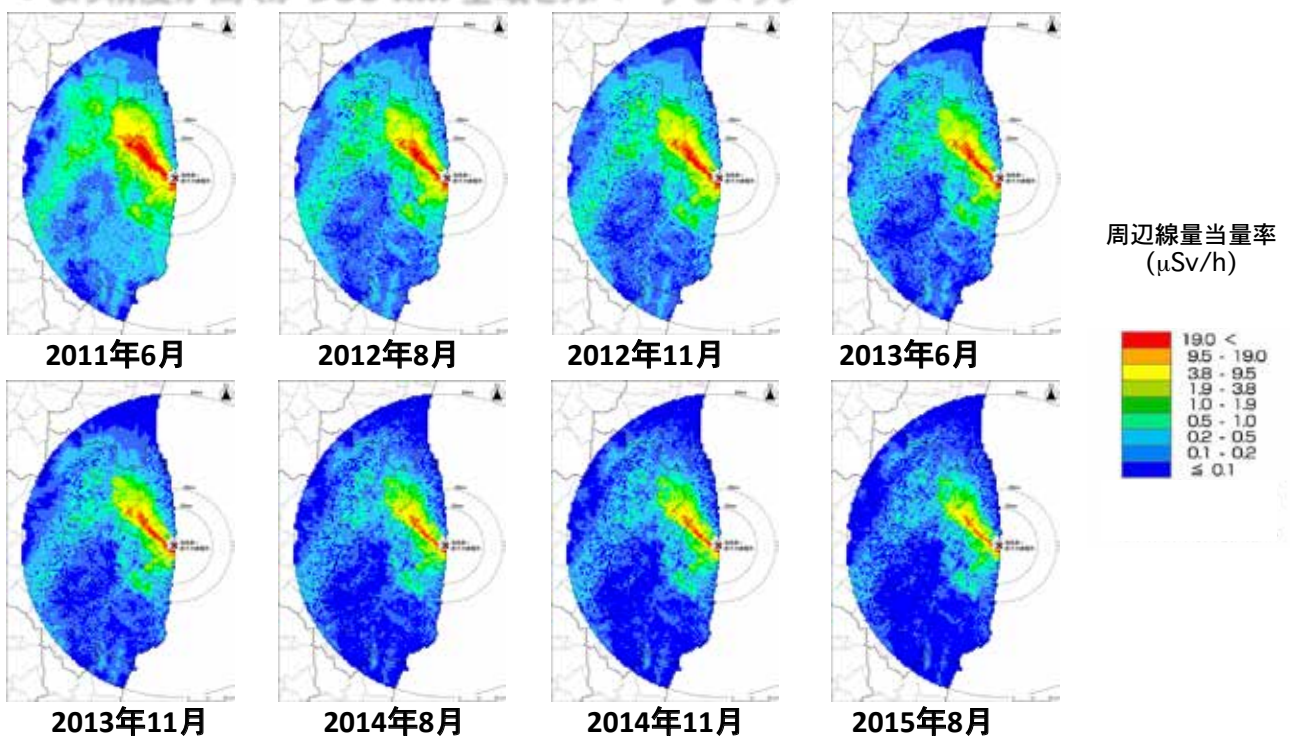
# 航空機モニタリングによる空間線量率分布の経時変化

- 精度は劣るが測定対象地域全体をカバー



# 定点測定と航空機モニタリングの結果を合成した空間線量率分布

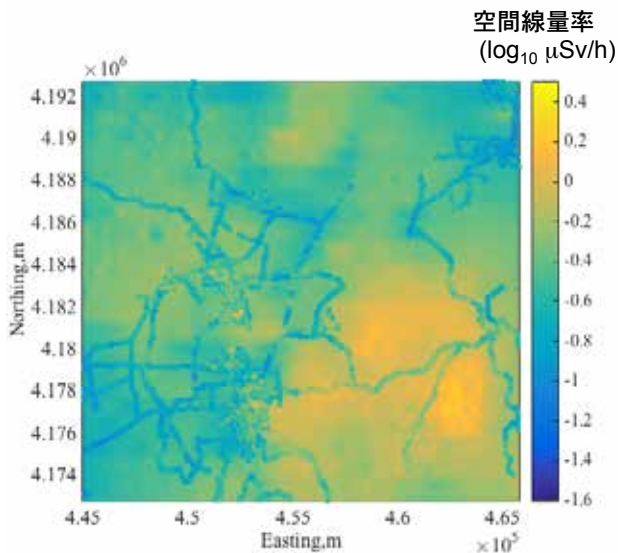
- 定点測定結果があるメッシュはこれを採用: ないメッシュについては航空機モニタリングの結果を地上値に規格化して重ね合わせ
- より精度が高くかつ**80 km** 全域をカバーするマップ



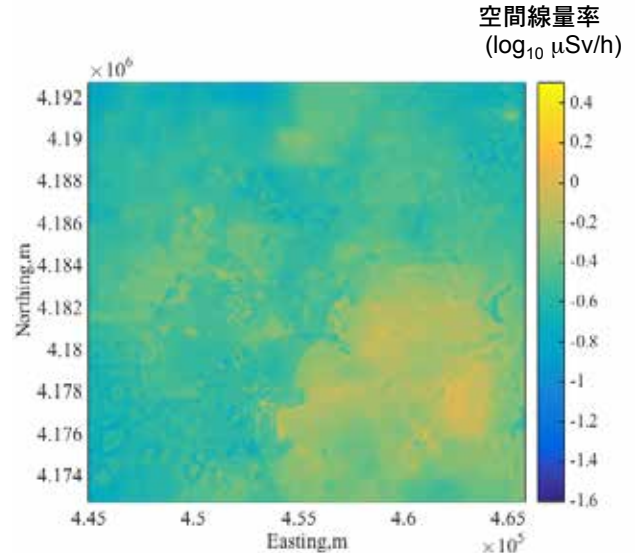
# 階層ベイズモデルによるデータ統合の例

- 福島市周辺において航空機モニタリング、走行サーベイ、歩行サーベイのデータを統合
- 歩行サーベイのデータを基準
- 歩行サーベイの空間的相関性並びに航空機モニタリングデータと地上データの関係の解析結果を利用してデータを統合

航空機、走行、歩行データの重ね合わせ



統合されたマップ

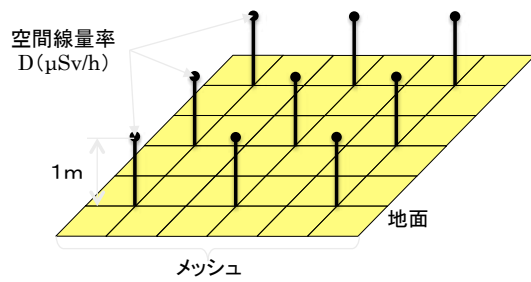


## 発表の内容

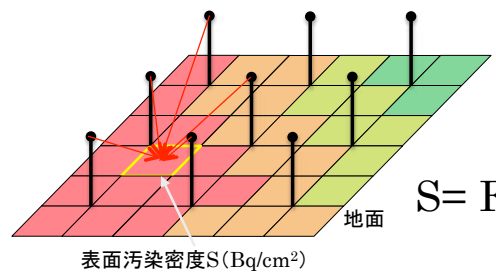
1. 調査に用いた環境測定手法
2. 福島周辺における放射線環境の特徴
  - a) 初期汚染の概況
  - b) 経時変化と将来予測
3. 取得データの応用解析例
  - a) 異なる手法による環境データの統合
  - b) 除染シミュレーションと将来予測
4. 外部被ばく線量の測定・評価
  - a) 初期4か月間の線量
  - b) 個人線量計による測定
  - c) 避難指示解除後の線量推定



# RESETの除染シミュレーションの手順

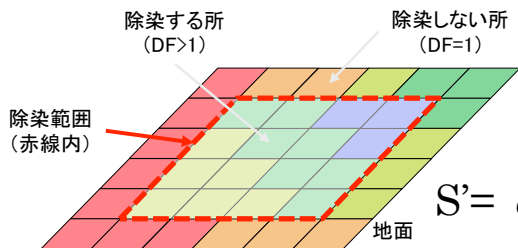


①1m高さの空間線量率Dを入力する

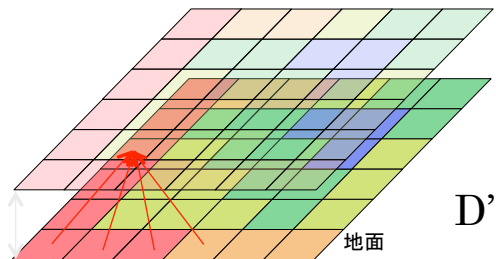


②1m高さの空間線量率Dより地面の表面汚染密度S(Bq/cm<sup>2</sup>)を計算する

除染係数DF: 除染の効果を表す係数  
DF=除染前の表面汚染密度(Bq/cm<sup>2</sup>)/除染後の表面汚染密度(Bq/cm<sup>2</sup>)



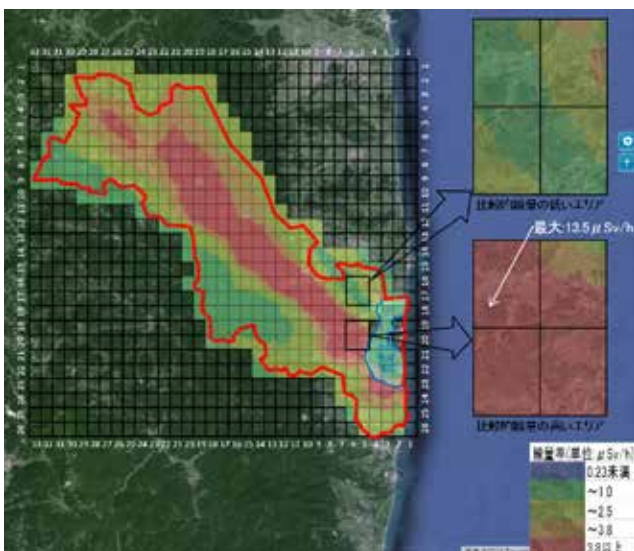
③表面汚染の低減係数行列αを掛けて除染後の表面汚染密度S'を求める



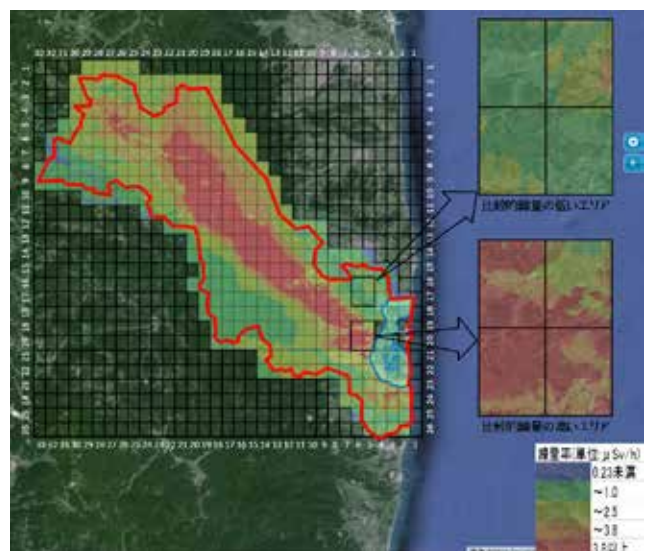
④低減した表面汚染密度を使って1m高さの除染後の空間線量率D'を計算する

(山下, 他)

# 除染前後の空間線量率分布の比較



(1)除染前の線量率マップ(2017年4月)

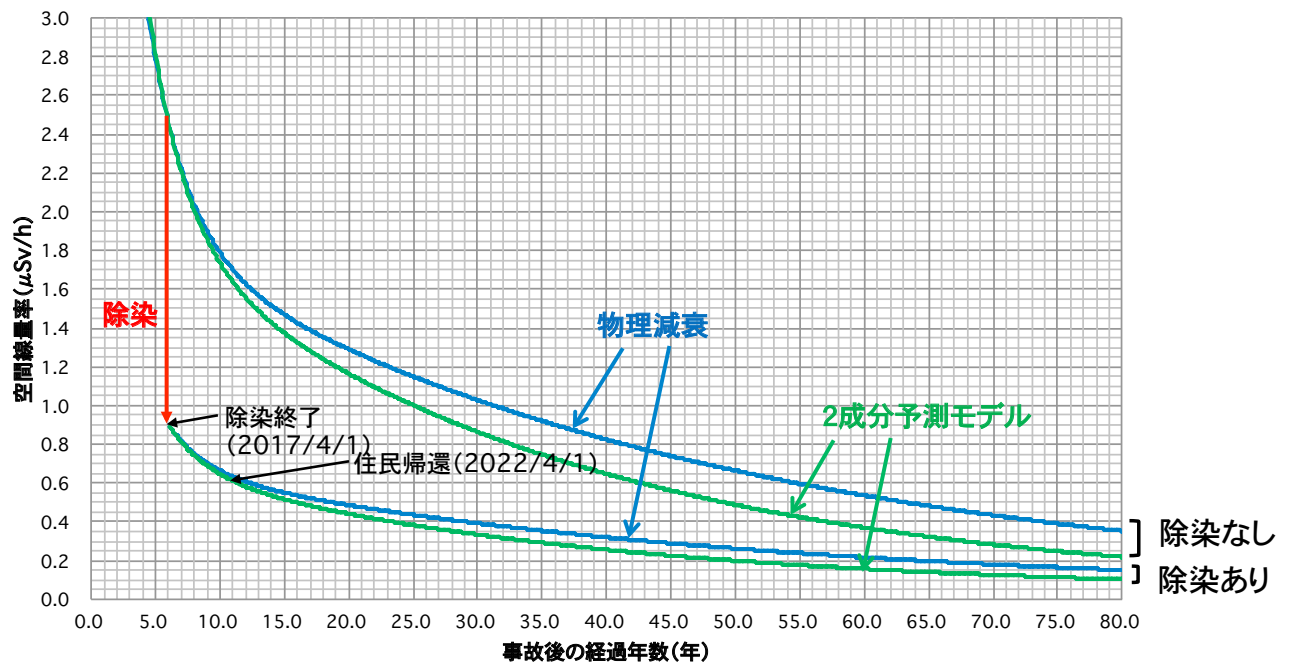


(2)除染後の予測線量率マップ

(山下, 他)

# 除染シミュレーションと予測モデルを組み合わせた 空間線量率変化の予測結果

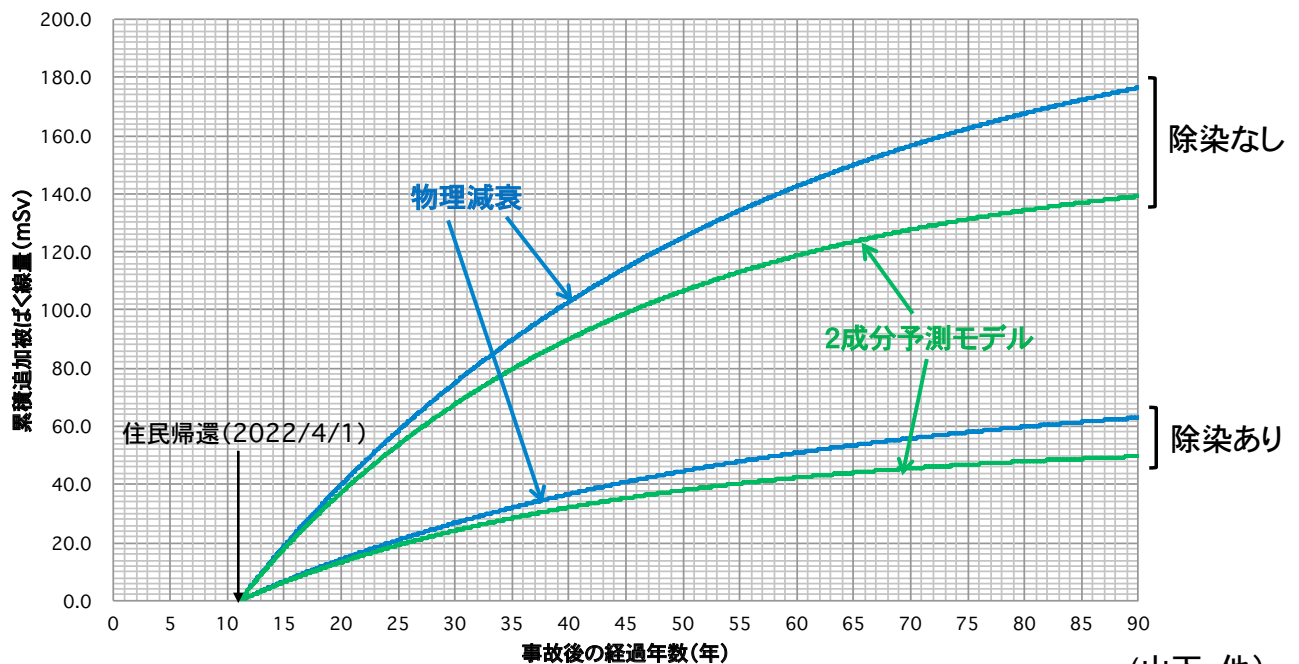
帰還困難区域内の特定の地点を想定



(山下, 他)

# 除染シミュレーションと予測モデルを組み合わせた 累積追加被ばく線量の予測結果

帰還困難区域内の特定の地点を想定:単純な被ばくモデルを使用



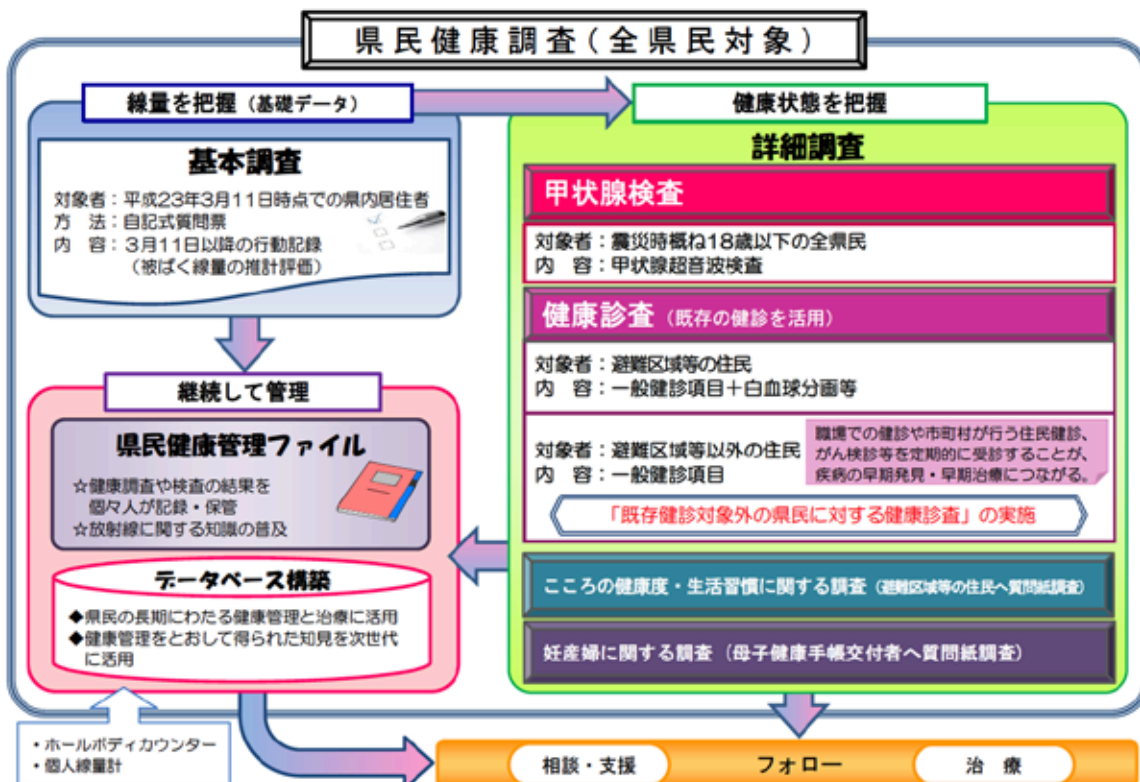
(山下, 他)

# 発表の内容

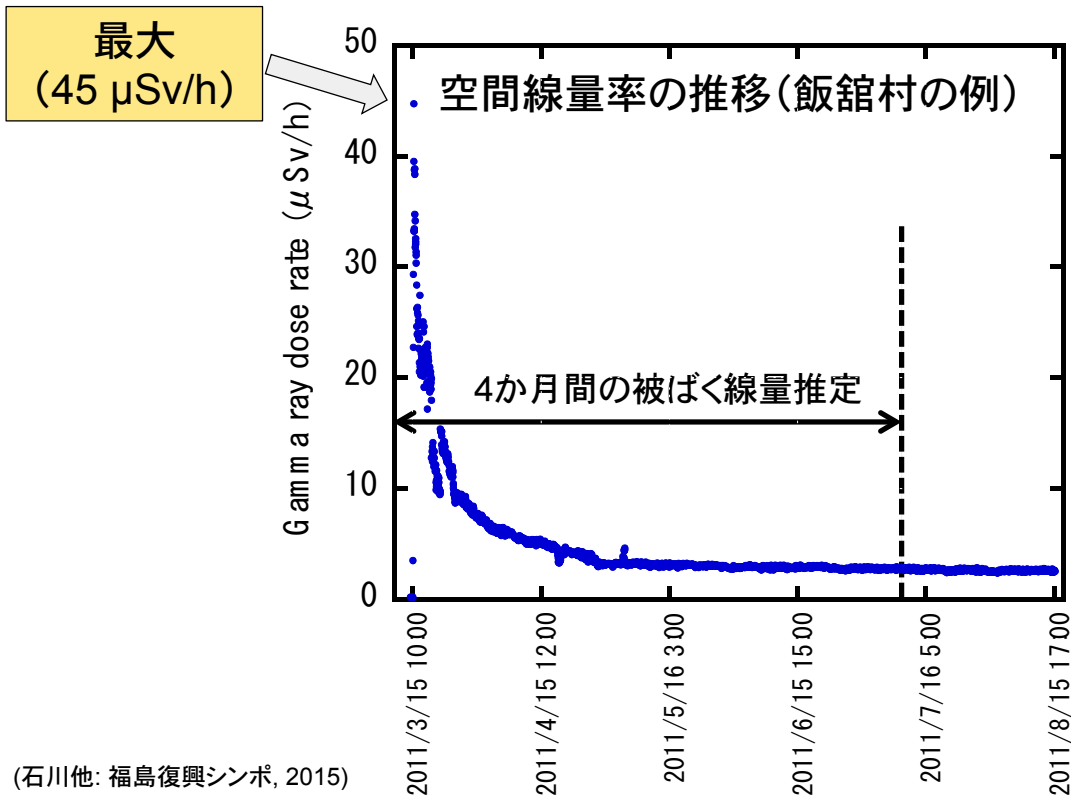
1. 調査に用いた環境測定手法
2. 福島周辺における放射線環境の特徴
  - a) 初期汚染の概況
  - b) 経時変化と将来予測
3. 取得データの応用解析例
  - a) 異なる手法による環境データの統合
  - b) 除染シミュレーションと将来予測
4. 外部被ばく線量の測定・評価
  - a) 初期4か月間の線量
  - b) 個人線量計による測定
  - c) 避難指示解除後の線量推定

## 事故直後の外部被ばく線量評価

(福島県ホームページ)



# 県民健康調査による線量推計の期間



(石川他: 福島復興シンポ, 2015)

Distribution of questionnaire and response sheets

問診票の内容を緯度経度情報に変換

線量推計のイメージ

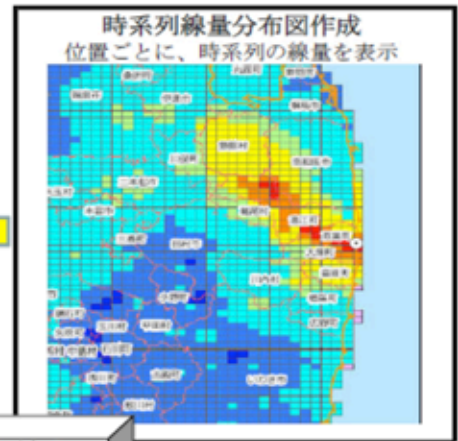


質問票による行動調査

4か月間の行動記録



Personal trail (evacuation, etc)



Daily gamma ray dose rate maps

2つの情報を統合・解析することにより住民の個人毎の被ばく線量を推計

Superimposing personal trail and gamma ray dose rate map by a computer program

Estimation of external doses (for the first four months)

場所が特定できない場合等はご本人に問い合わせ(補記)

(石川他: 福島復興シンポ, 2015)

# 推計した線量の結果通知と集計

結果通知済の方: 531,454人 (行動記録の記入が4か月未満の方も含む)

Effective dose for the first four months 4か月間の外部被ばくによる実効線量 (mSv)	Number (excluding radiation workers) 人数(放射線業務従事経験者を除く)	割合
< 1	279,118	62.2 %
1 - 2	142,344	31.7 %
2 - 3	24,597	5.5 %
3 - 4	1,457	0.3 %
4 - 5	495	0.1 %
> 5	937	0.2 %
Total	448,948	100 %

Notification of doses to 531,454 persons (including doses estimated for less than four months)

3 mSv未満  
99.4 %

最高値: 25 mSv Maximum 平成26年12月31日現在  
平均値: 0.8 mSv Average

(石川他: 福島復興シンポ, 2015)

## 発表の内容

1. 調査に用いた環境測定手法
2. 福島周辺における放射線環境の特徴
  - a) 初期汚染の概況
  - b) 経時変化と将来予測
3. 取得データの応用解析例
  - a) 異なる手法による環境データの統合
  - b) 除染シミュレーションと将来予測
4. 外部被ばく線量の測定・評価
  - a) 初期4か月間の線量
  - b) 個人線量計による測定
  - c) 避難指示解除後の線量推定

# 個人線量計による外部被ばく線量評価

## 電子式線量計



操作は簡単。  
D-シャトル本体を  
付属の表示器に差し込むだけ。

Hour-by-hour changes in individual dose can be recorded



積算日数と  
総積算線量  
昨日の積算線量

100dは100日間のトータル線量  
1dは1日あたりの線量

## Dシャトル(1時間あたりの線量の推移を記録可能) Logger type

Personal dosimeter  
(integrating type)  
**積算型線量計(ガラスバッジ)**

平成23年度から各市町村で測定が始まり、結果を個人に通知するとともに、地域全体の線量分布も把握

帰還が始まった地域などで用いられ、住民とのコミュニケーションツールとしての役割も期待されている

(石川他: 福島復興シンポ, 2015)

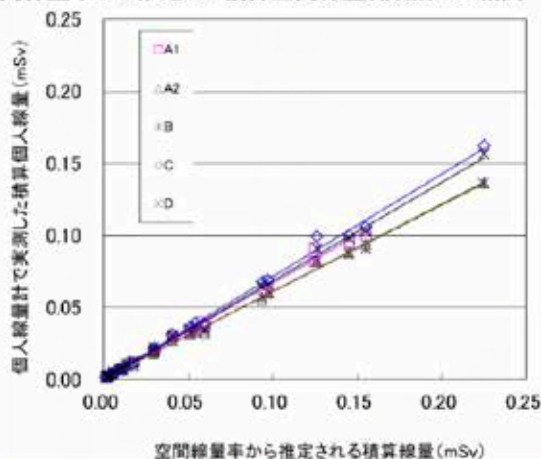


## 調査結果(2)

(大町, 原子力学会2014)

### サーベイメータ指示値と個人線量計指示値の関係(ファントム)

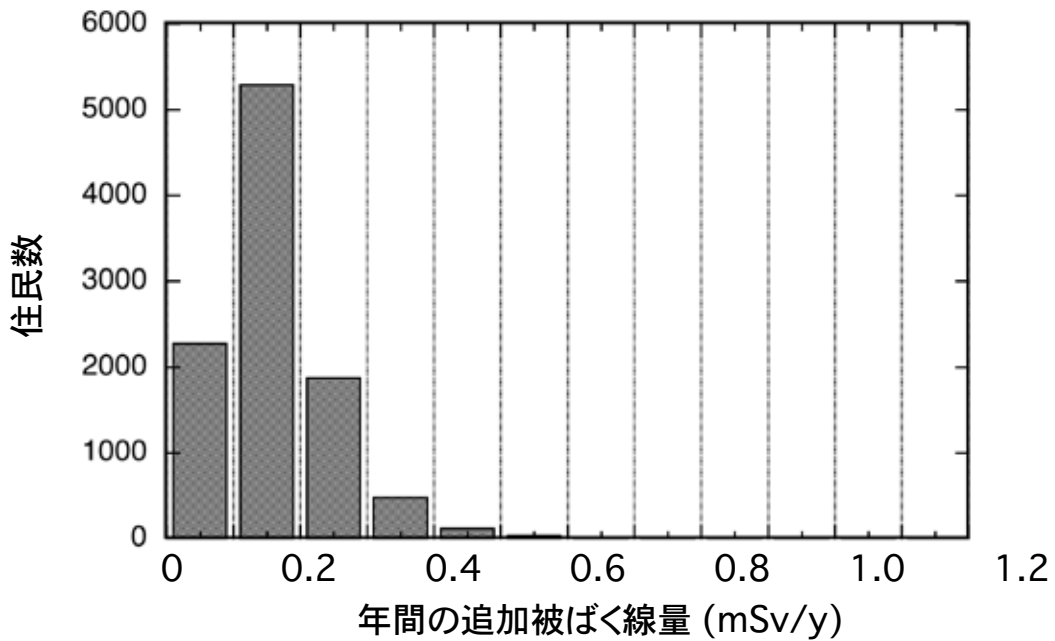
ファントムに取付けた個人線量計(A1~D)から求めた積算個人線量(縦軸)と、空間線量率から推定した積算空間線量(横軸)との相関



- ・(ファントムに取り付けた個人線量計で実測した積算個人線量) = 0.6~0.7 × (空間線量率から推定される積算空間線量)
- ・ファントム装着面による違いは無。
- ・実験室における回転照射実験(セシウム-137線源)でも同様に、上記関係は0.6-0.7となり、調査地点はROT場と考えてよいことが支持された。

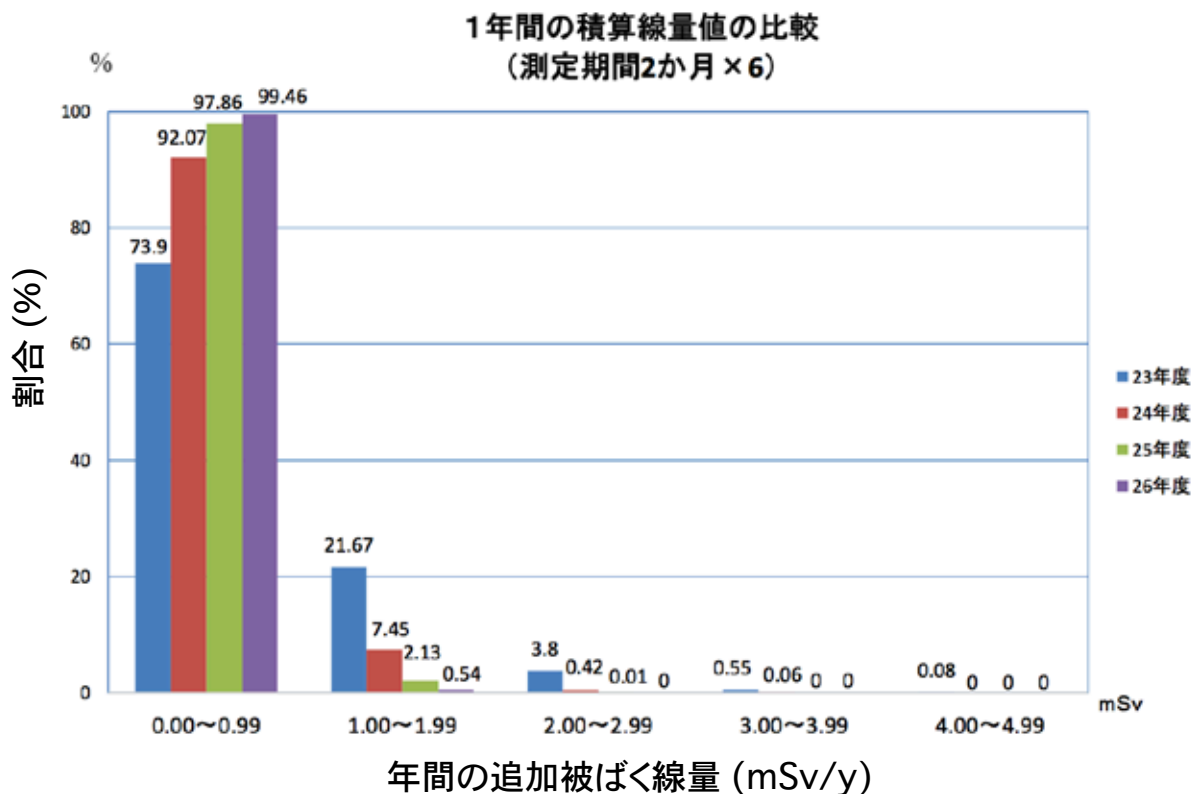
● 個人線量計による測定値は実効線量を多少安全側に評価

# 福島市における個人線量計を用いた測定結果(2013)



●沈着した放射性セシウムに起因する追加被ばく線量を評価  
(自然ガンマ線による線量を差し引き)

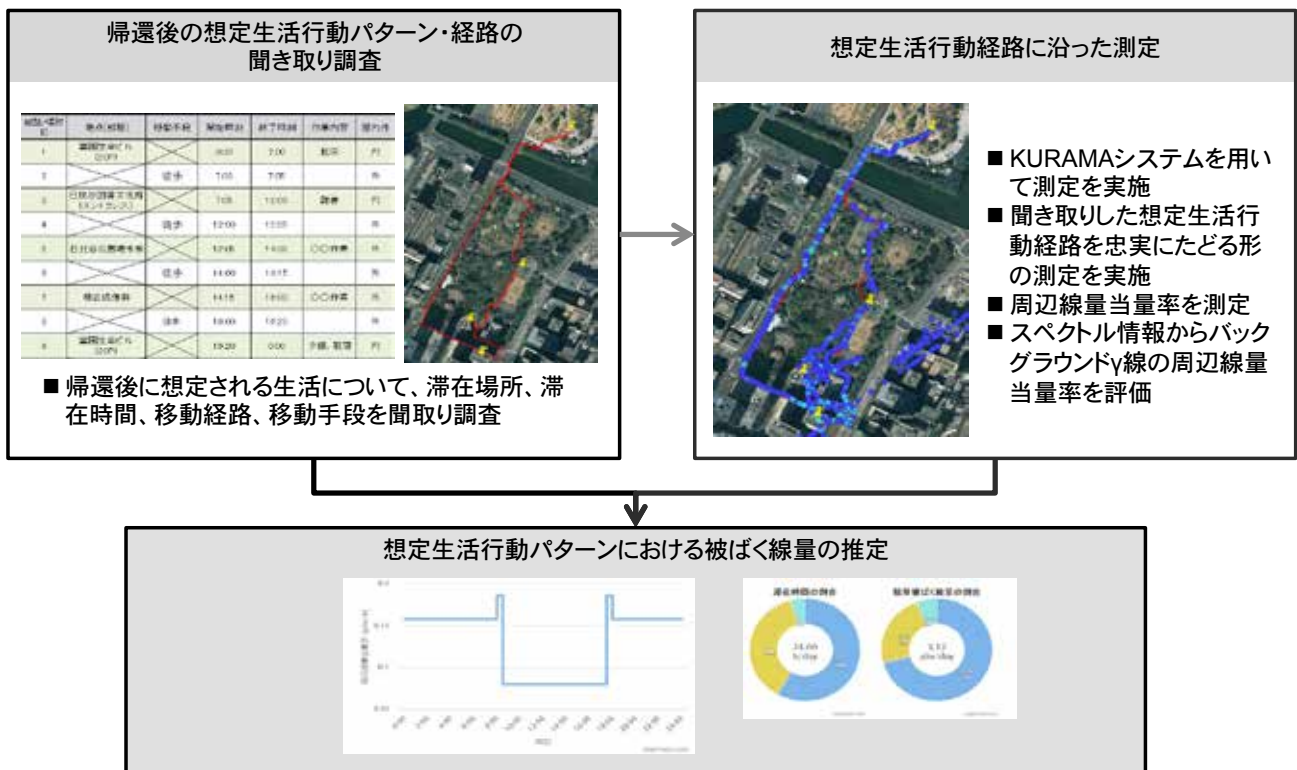
## 須賀川市における個人線量の推移



# 発表の内容

1. 調査に用いた環境測定手法
2. 福島周辺における放射線環境の特徴
  - a) 初期汚染の概況
  - b) 経時変化と将来予測
3. 取得データの応用解析例
  - a) 異なる手法による環境データの統合
  - b) 除染シミュレーションと将来予測
4. 外部被ばく線量の測定・評価
  - a) 初期4か月間の線量
  - b) 個人線量計による測定
  - c) 避難指示解除後の線量推定

## 調査の方法

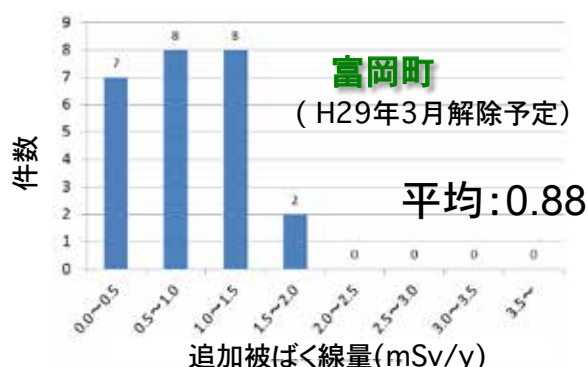
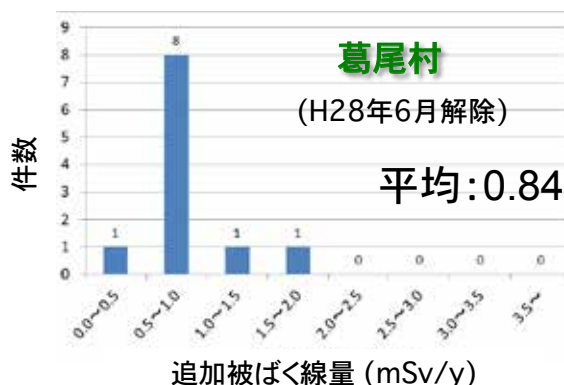
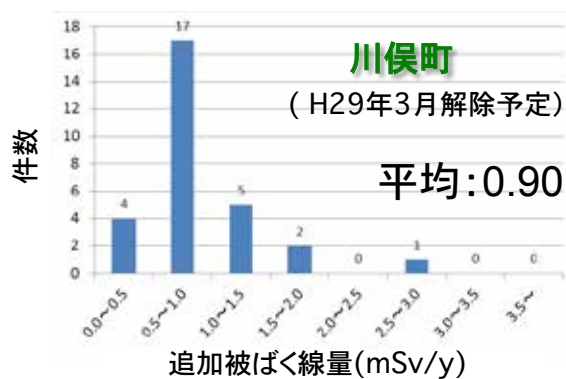




# これまでの調査の経緯

- 平成26年度に原子力規制庁分布状況調査の一環として調査を開始  
対象地域: 楢葉町
- 平成27年度は規制庁の別事業として実施  
「生活行動パターンを模擬した連続的な空間線量率の測定事業」  
対象地域: 川俣町、葛尾村、富岡町
- 平成28年度も事業を継続  
対象地域: 楢葉町、大熊町、富岡町、川俣町、浪江町

## 避難指示解除予定区域における個人被ばく線量推定結果(H27年度)



● 全ての評価例で被ばく線量は数 mSv/y 以内、約 70% で 1 mSv/y 以下と推定された

## 線量評価のまとめ

1. 福島事故の環境中被ばくでは内部被ばくよりも外部被ばくのほうが重要と判断される。
2. 福島県が県民健康調査の中で多数の住民を対象に行った事故直後の4か月間の被ばく線量評価では、最大線量が25 mSv、平均線量0.8 mSv。
3. 住民が居住している市町村で個人線量計を用いた測定が広く行われてきた。年間の追加線量は1 mSv以下の住民がほとんどを占めることが確認されている。
4. 住民の帰還が始まりつつある地域で、生活行動経路に沿った空間線量率の測定に基づき、被ばく線量の現実的な推定を行った。これまでの推定では1 mSvを大きく超える結果は得られていない。
5. 今後も過去の被ばく線量の再構築、今後の被ばく線量評価に関する継続的な努力が不可欠。



ご清聴ありがとうございました

分布状況調査に関わった多くの方々に感謝いたします