

平成28年12月13日（火）
放射線計測フォーラム福島

福島放射性物質等分布状況調査に ついて

日本原子力研究開発機構
福島環境安全センター
斎藤 公明

分布状況調査開始までの経緯

- 1. 文科省等では事故後から継続的にモニタリングを実施**
 - 4/22 原子力災害対策本部長の指示により警戒区域等の設定
 - 同日 原子力災害対策本部が緊急時モニタリング強化策を決定
 - 環境モニタリングデータのとりまとめを文科省が担当
 - 5/11 文科省はモニタリング強化策の一環としてマップ作成事業案を提示
- 2. 大学関係者、研究機関関係者の活動**
 - 事故直後からスクリーニングやモニタリング活動に従事
 - 環境放射線核物理・地球科学合同会議を結成し早期大規模調査に向けて活動
 - 4/4 日本学術会議は詳細調査の必要性について緊急提言
- 3. 総合科学技術会議**
 - 5/19 平成23年度 科学技術戦略推進費によるプロジェクト「放射性物質による環境影響への対策基盤の確立」構想を発表

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**
 - c) 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) 放出起源の推定**
 - c) 除染シミュレーションと将来予測**
- 4. データの公開**

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

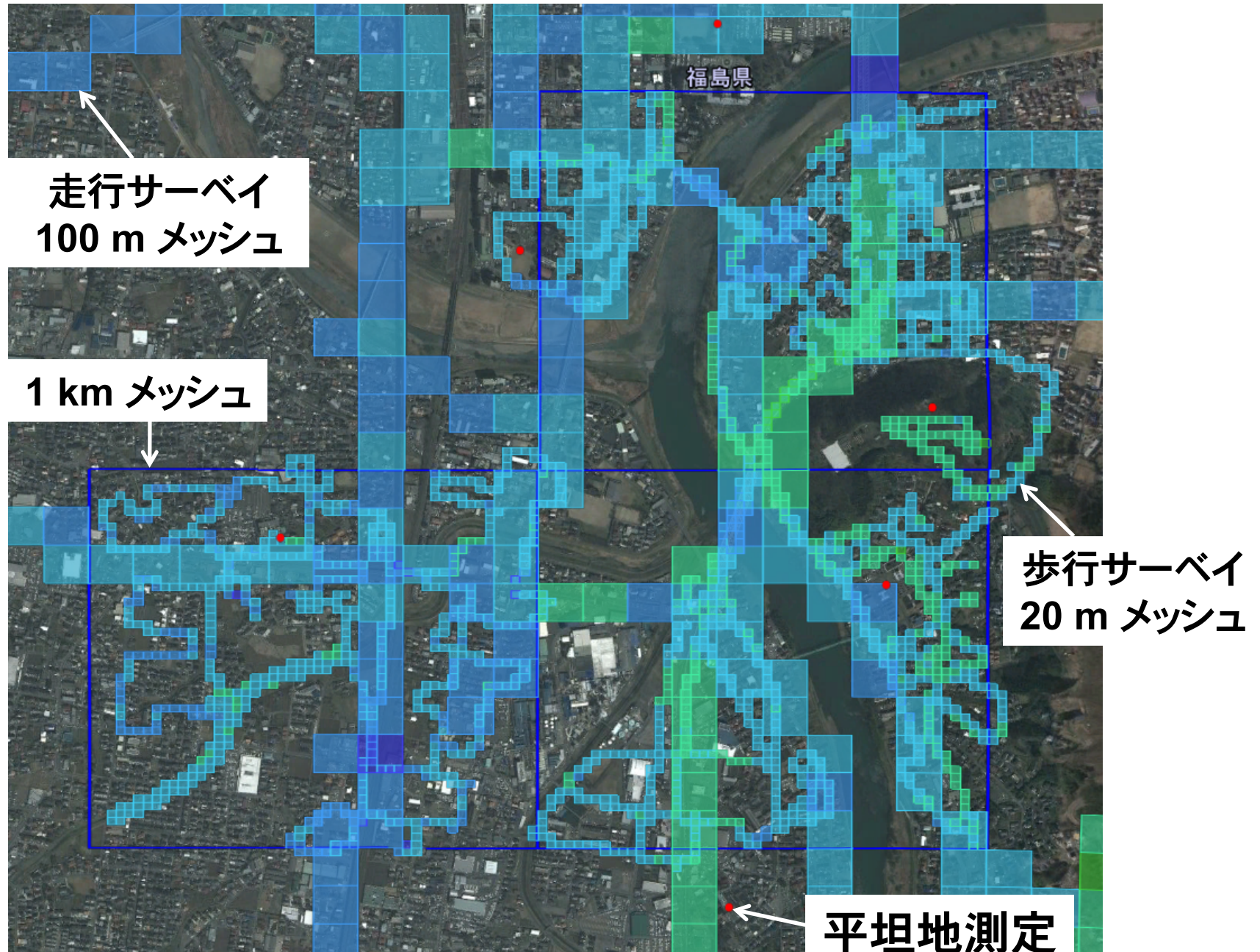
- 福島第一原発の近傍
- 様々な環境が含まれる



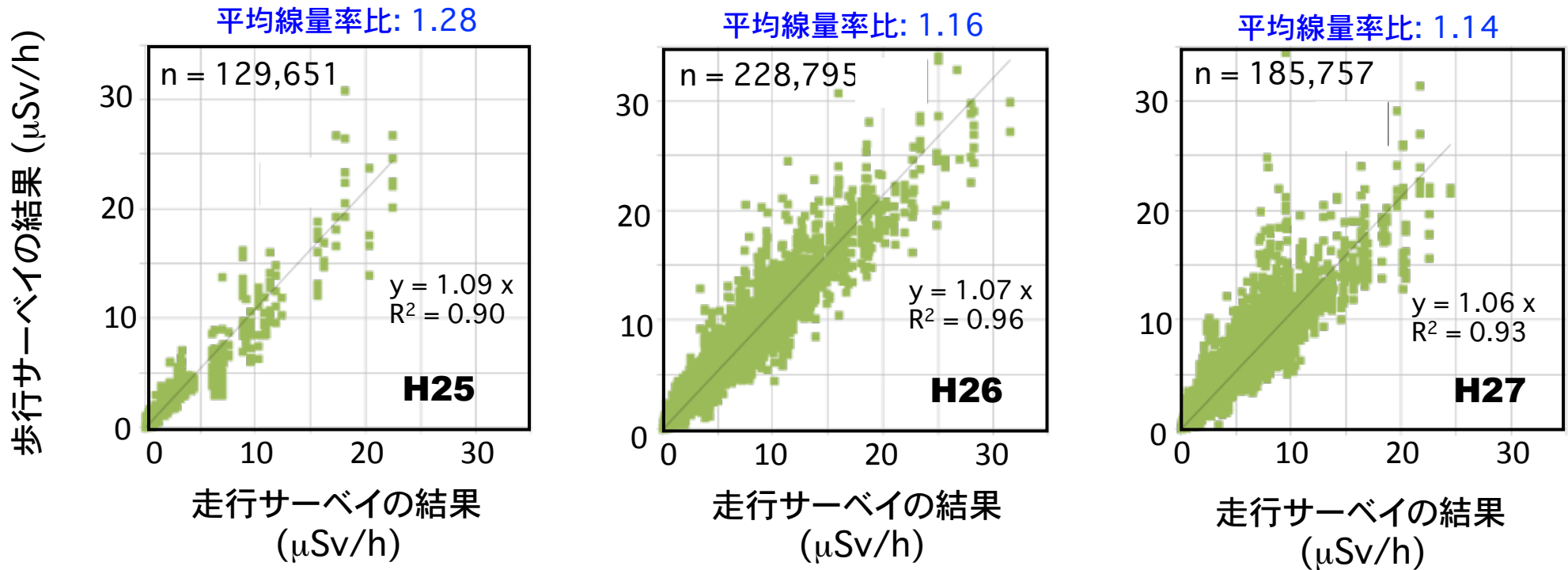
LaBrスペクトル測定器を無人ヘリコプターに搭載

5 km 圏内
80 m 間隔

定点測定、走行サーベイ、歩行サーベイの関係



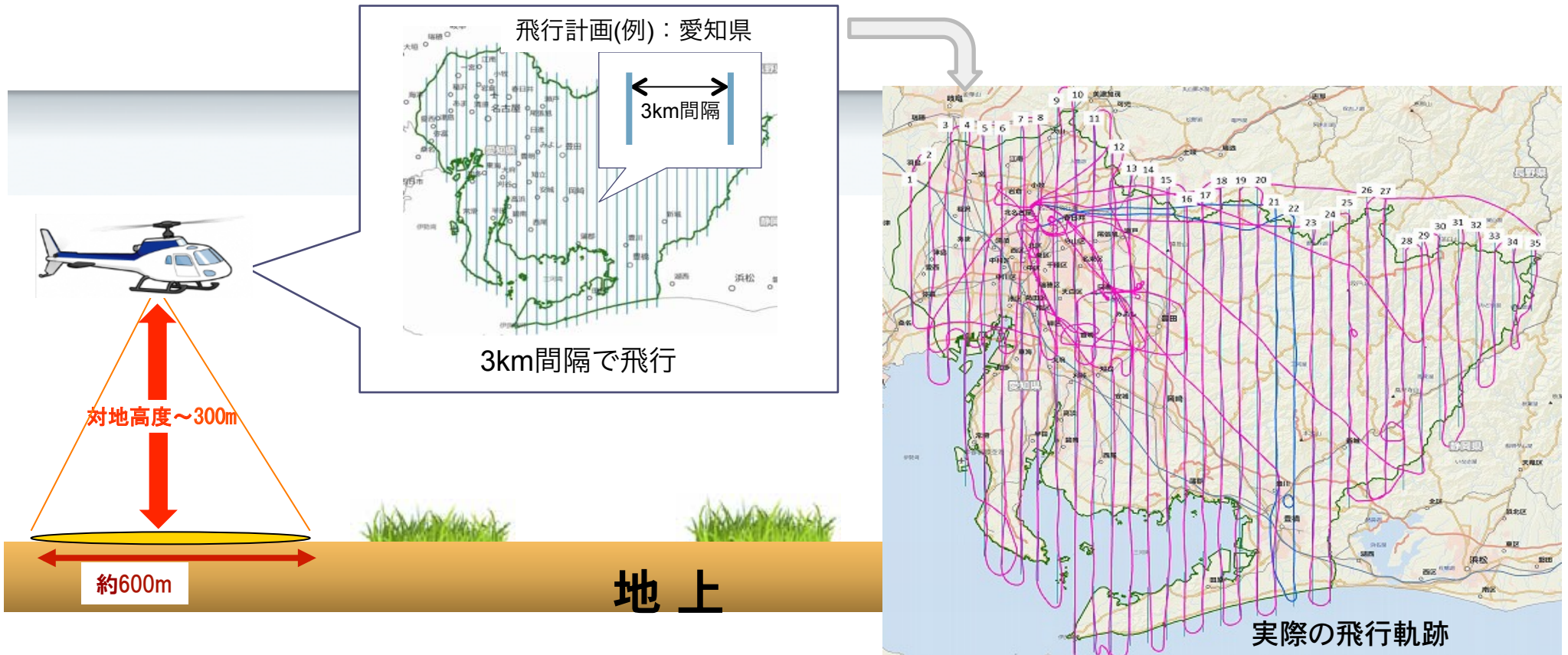
走行サーベイと歩行サーベイの 空間線量率の関係



- 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(マップ調査外)

○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て使用することが必要
- 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

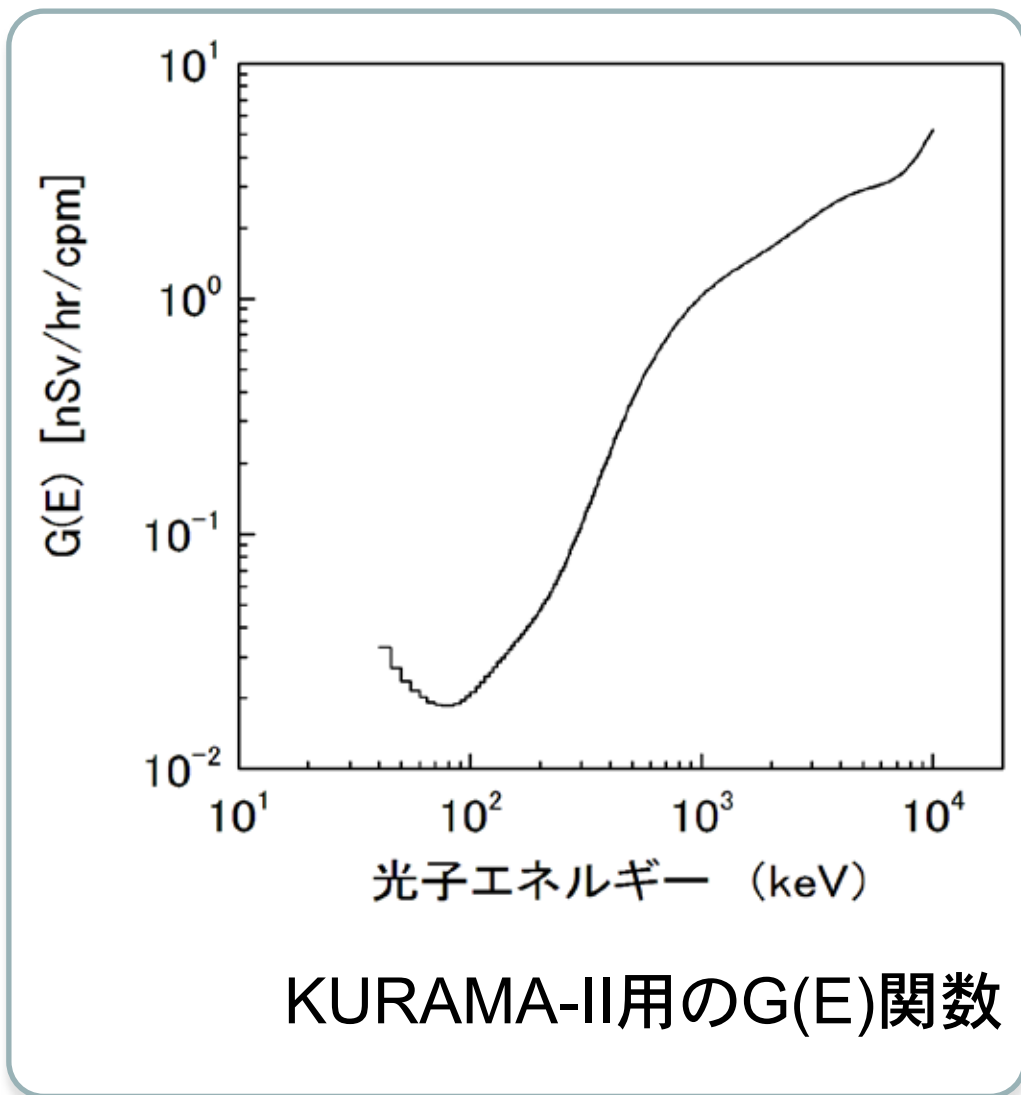
KURAMA-II システム

- 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
- 各自自治体の協力により短期間に広域詳細マップを作成



空間線量率を高精度で評価するためのG(E)関数をシミュレーション結果から導出

(津田, 堤: 2012)



CsIシンチレーション検出器
(浜松ホトニクス製)

結晶サイズ: 13 x 13 x 20 [mm³]

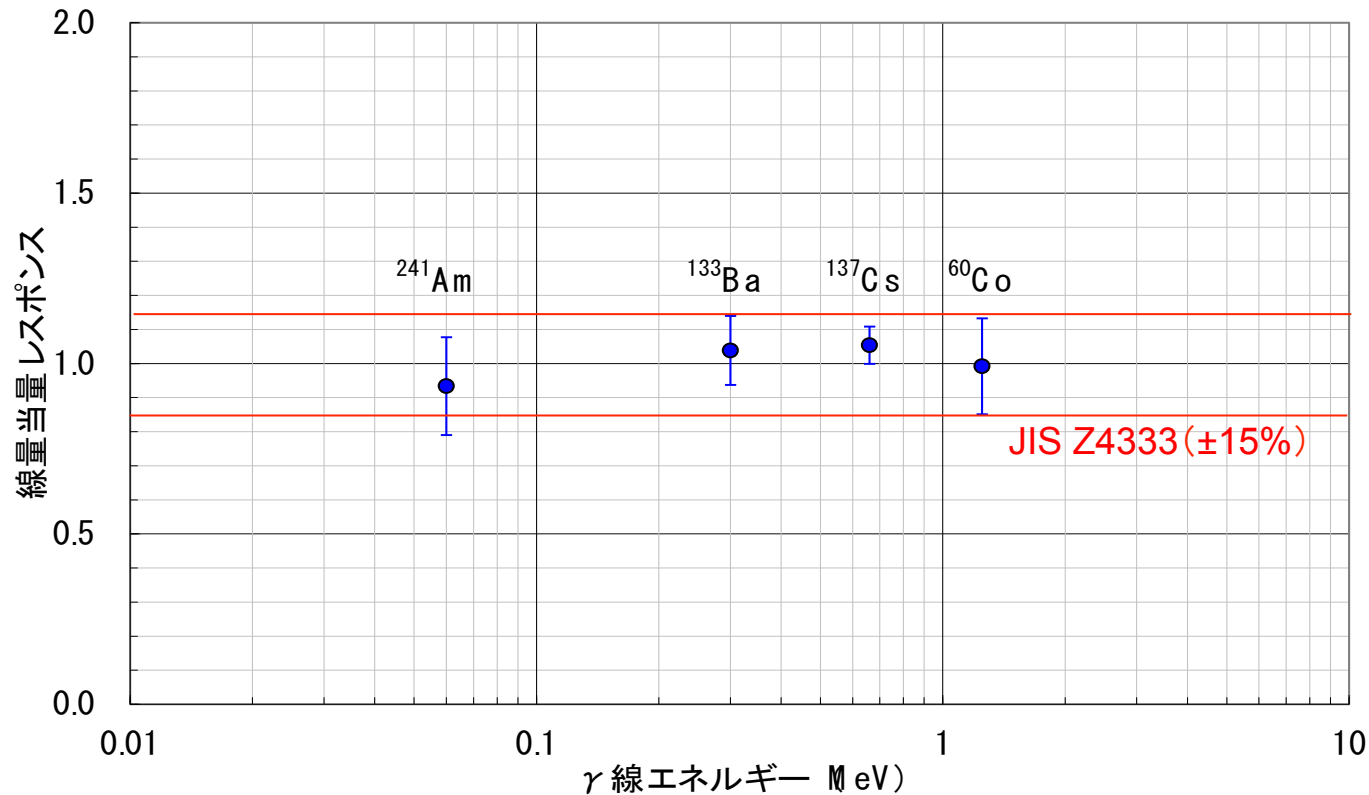
KURAMA-IIモニタリング装置の基礎特性

～照射試験施設～



KURAMA-IIモニタリング装置の基礎特性

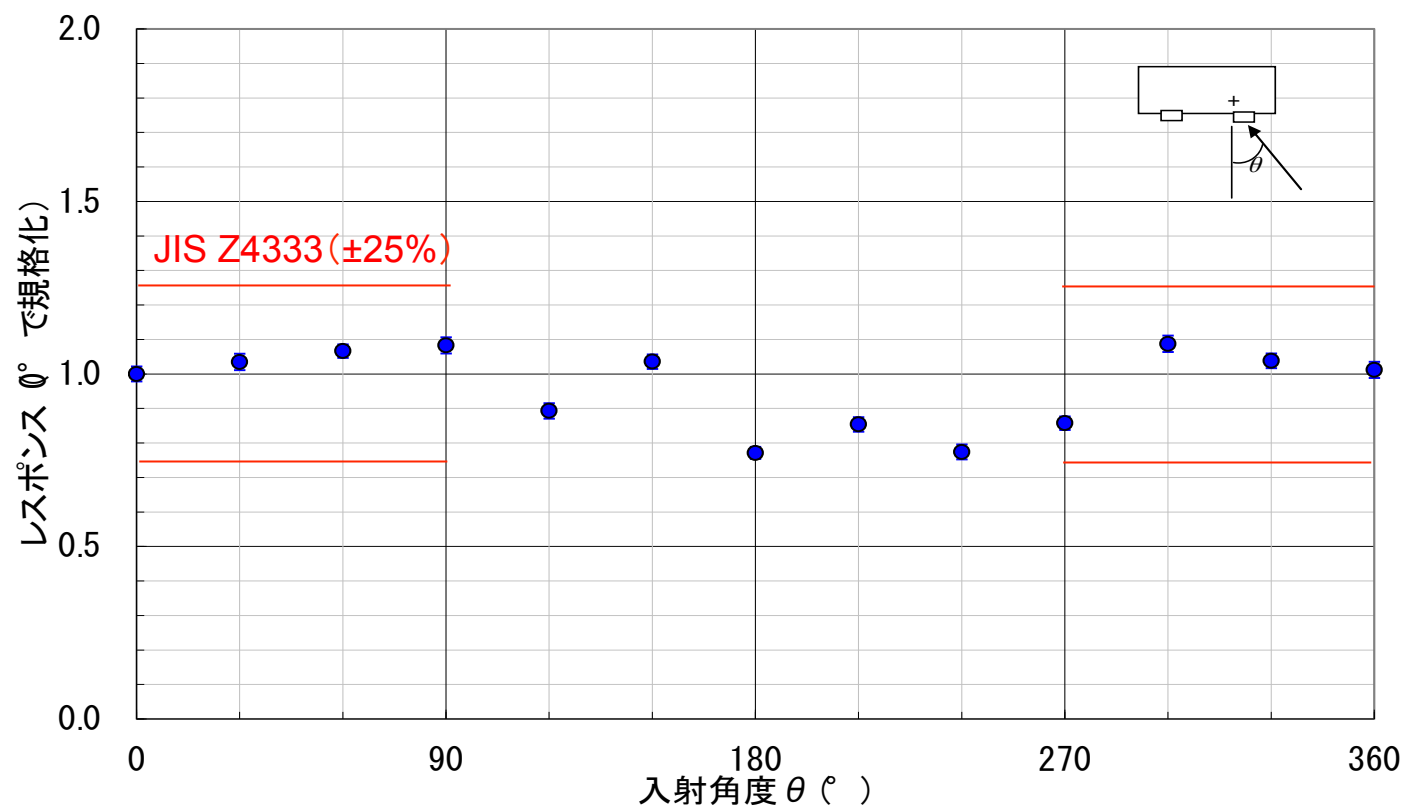
～エネルギー特性～



- 0.06～1.25 MeVで±5%
- … JIS Z4333に適合 (EIII形で±15%)

KURAMA-IIモニタリング装置の基礎特性

～方向特性～



- ^{137}Cs 照射装置
20 mSv/h
- 方位角方向に 30°
ステップで回転

- 全周圏で±23%
… JIS Z4333に適合 (±90°で±25%)

走行サーベイ自動処理ソフトの開発

1. 不適切値の検出と削除

- a) 異常データの除去: 緯度経度、温度、ノイズ
- b) トンネル内のデータの除去

2. GPSによる位置情報の修正

3. 100 m メッシュ毎に線量率データを平均

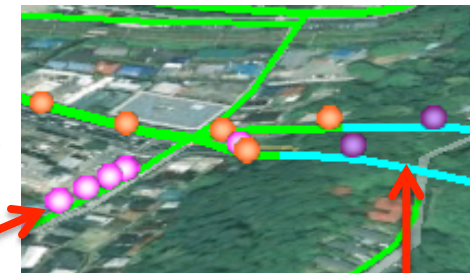
国土地理院数値地図
道路情報



測定データ



位置補正後のデータ



道路に寄せたデータ

トンネル内のデータ

土壤中の放射性核種の調査

1. 土壌沈着量測定 (Bq/m²)

(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

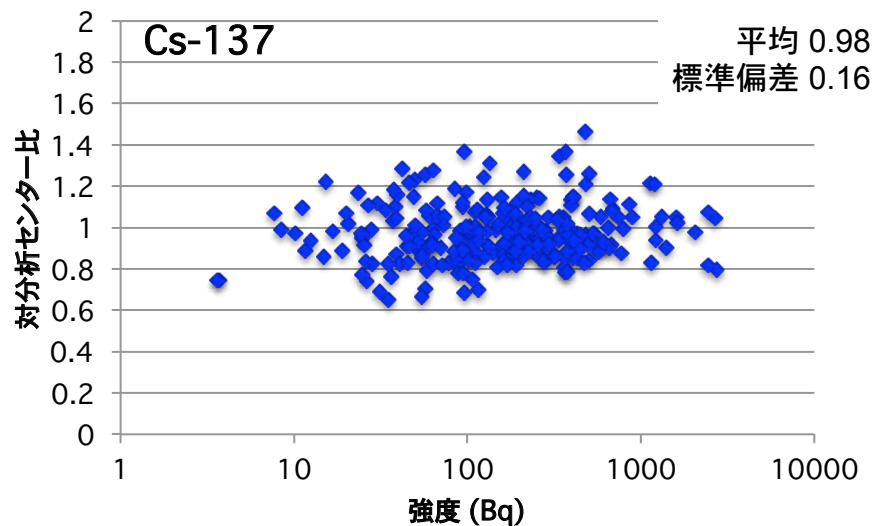
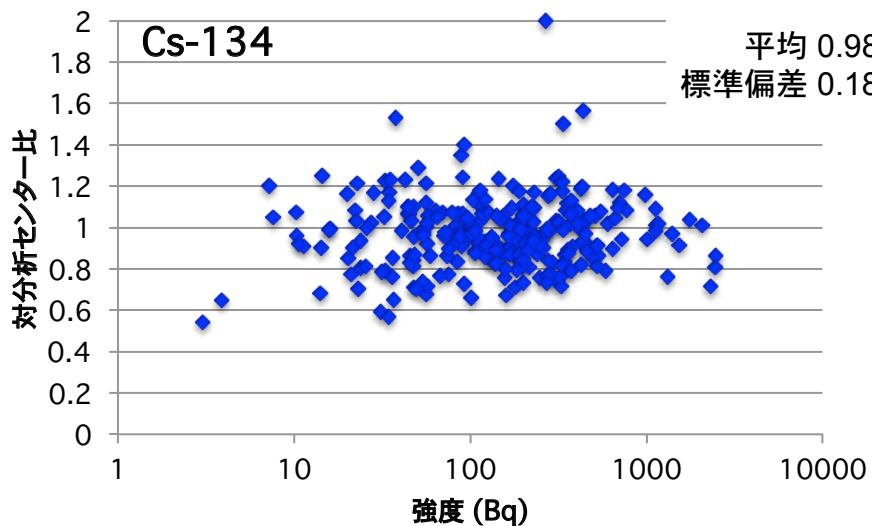
(2次調査以降)

- 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

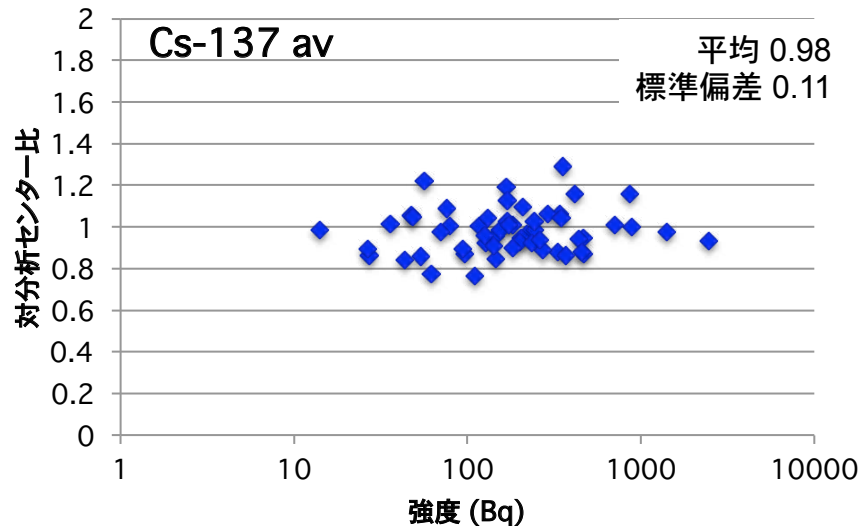
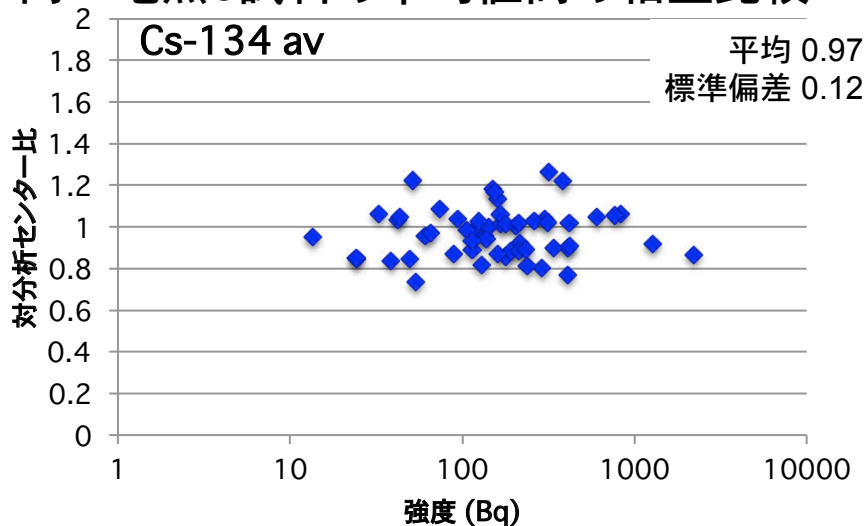


Ge検出器による土壌試料測定の結果の相互比較結果

個別試料毎の相互比較



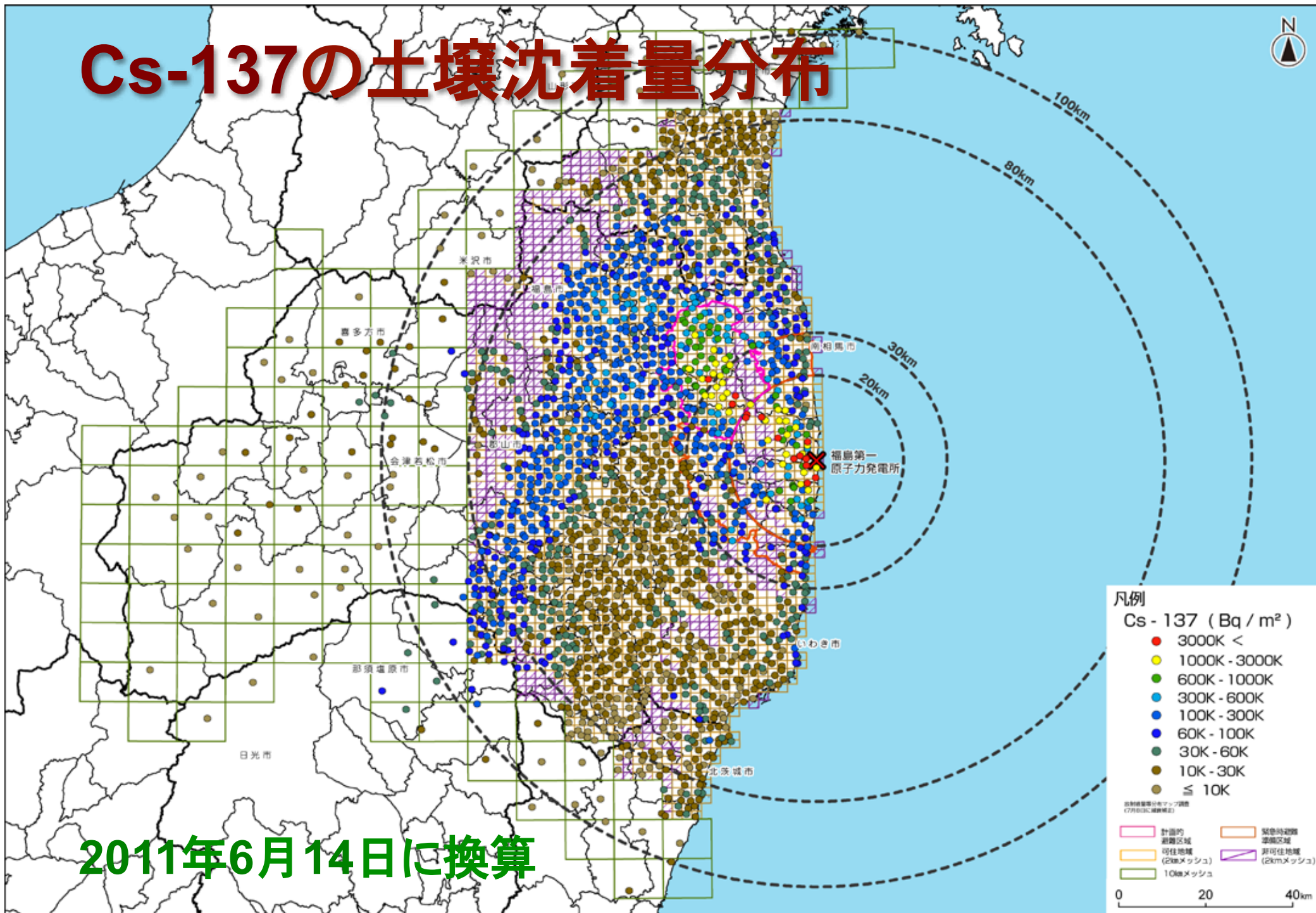
同一地点5試料の平均値間の相互比較



発表の内容

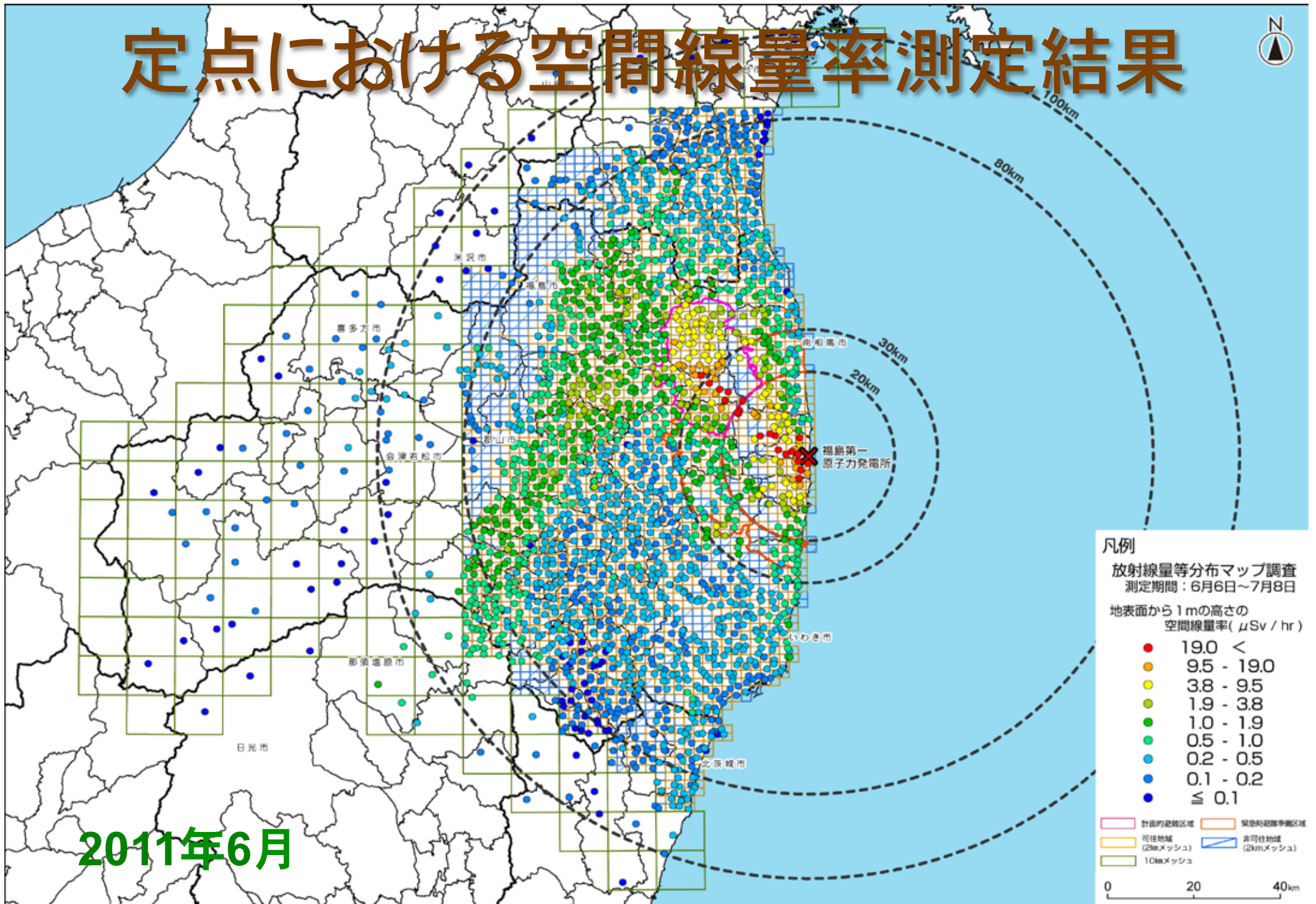
1. 調査に用いた環境測定手法
2. 福島周辺における放射線環境の特徴
 - a) 初期汚染の概況
 - b) 経時変化
 - c) 将来予測
3. 取得データの応用解析例
 - a) 異なる手法による環境データの統合
 - b) 放出起源の推定
 - c) 除染シミュレーションと将来予測
4. データの公開

Cs-137の土壤沈着量分布



2011年6月14日に換算

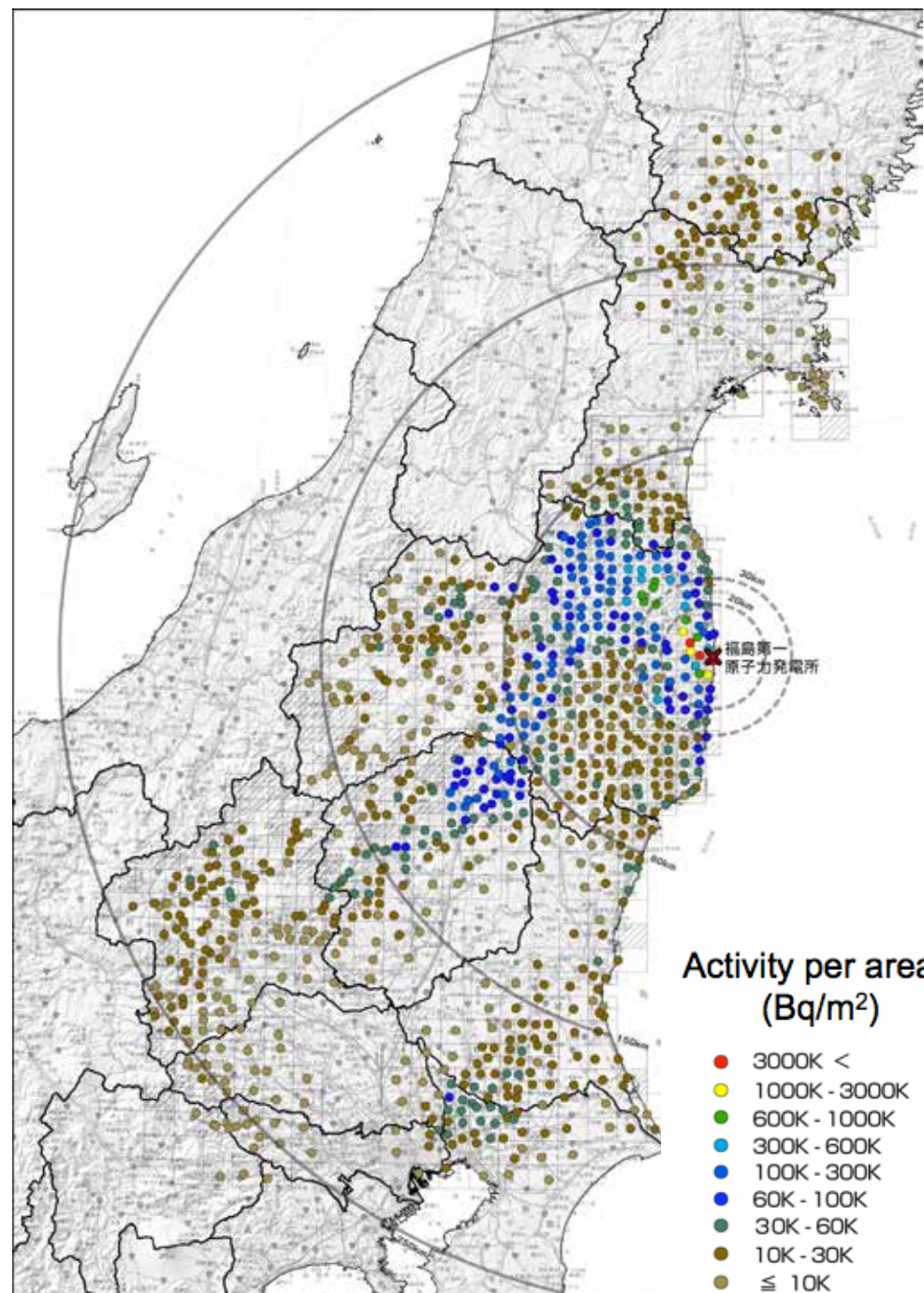
定点における空間線量率測定結果



2011年6月

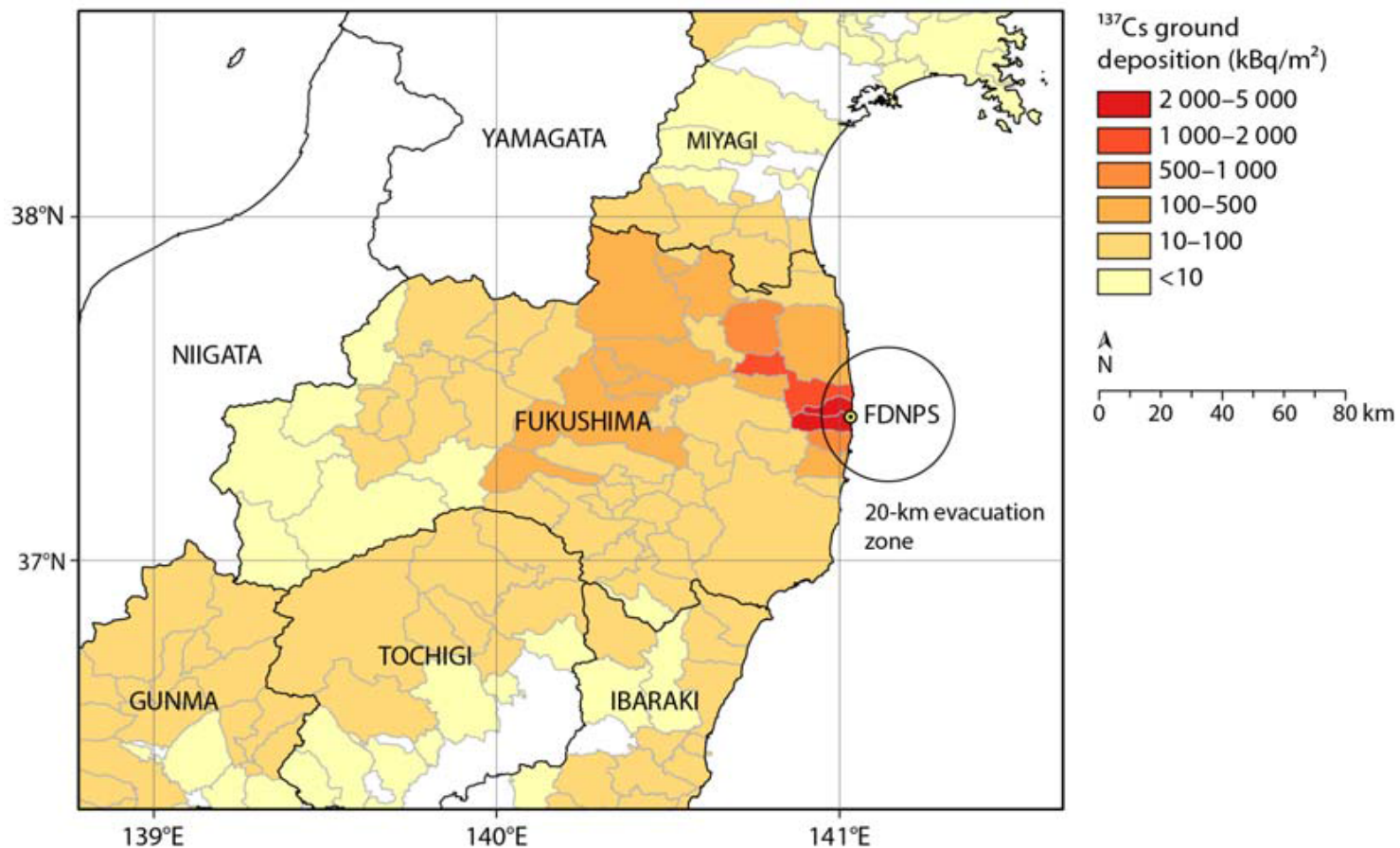
第2次マップ調査で 得られた ^{137}Cs 土壌沈着量 マップ

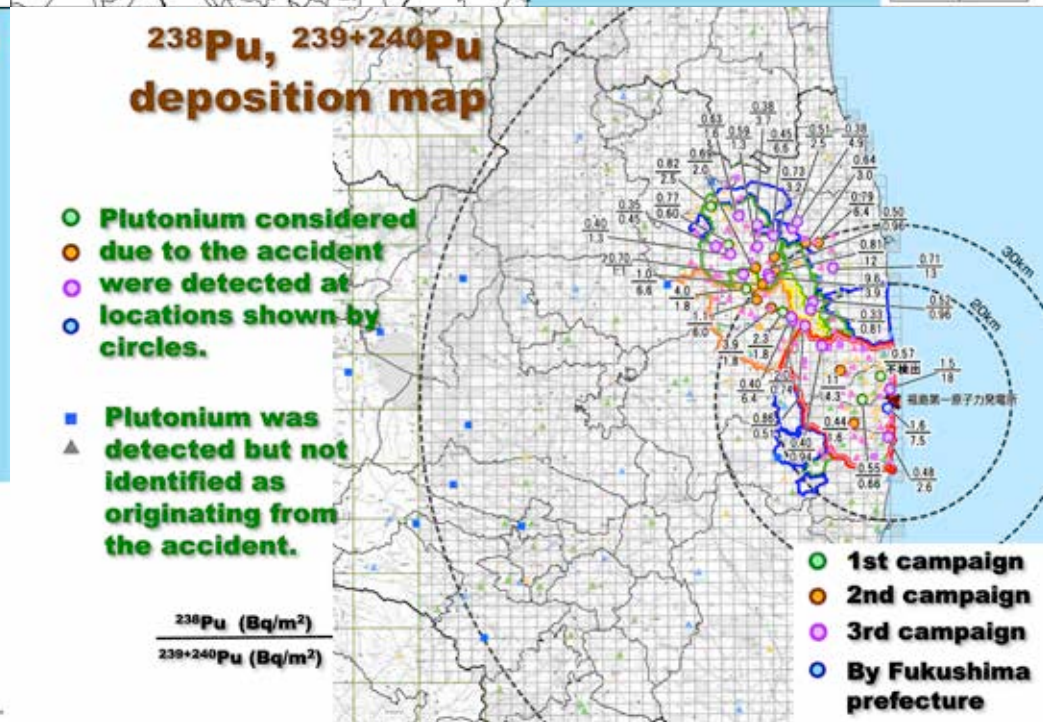
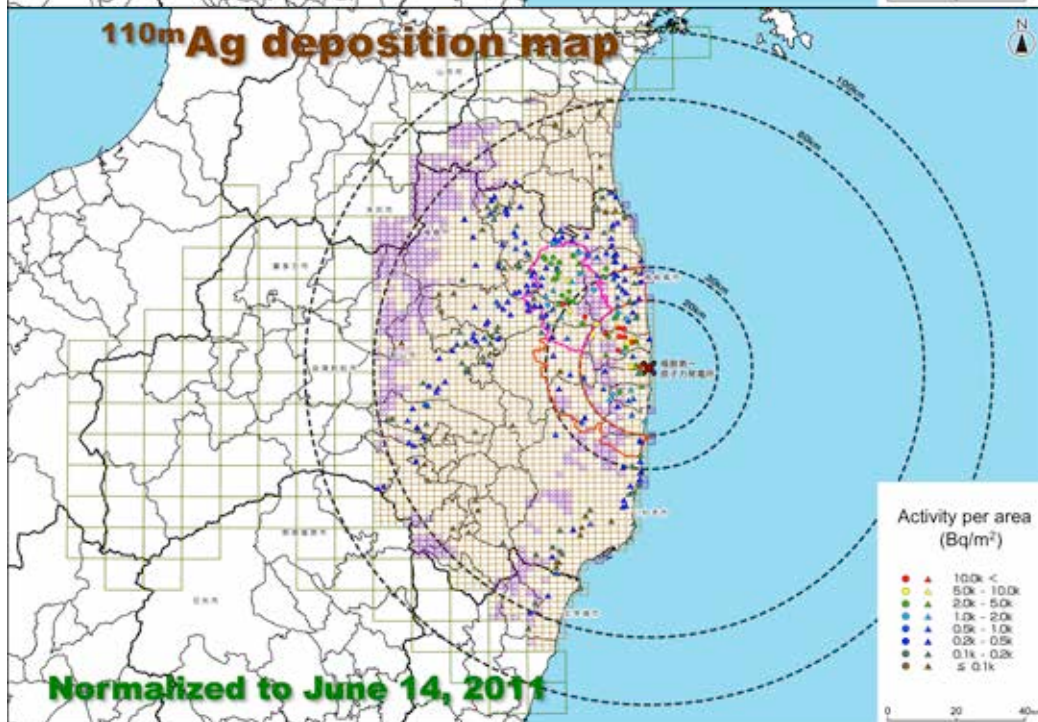
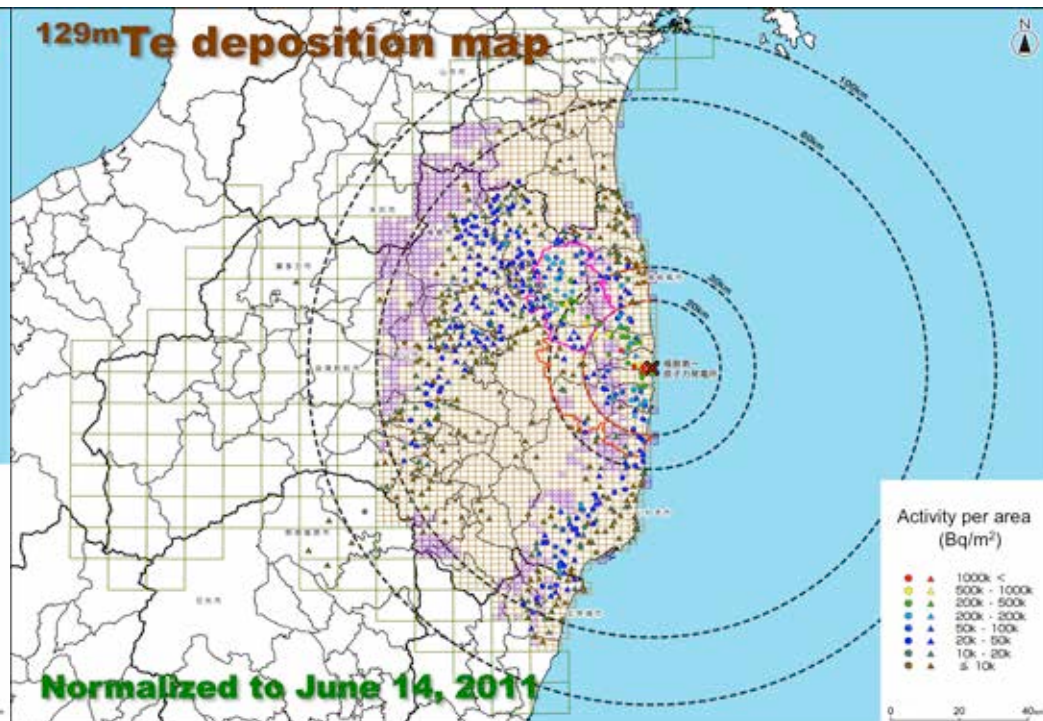
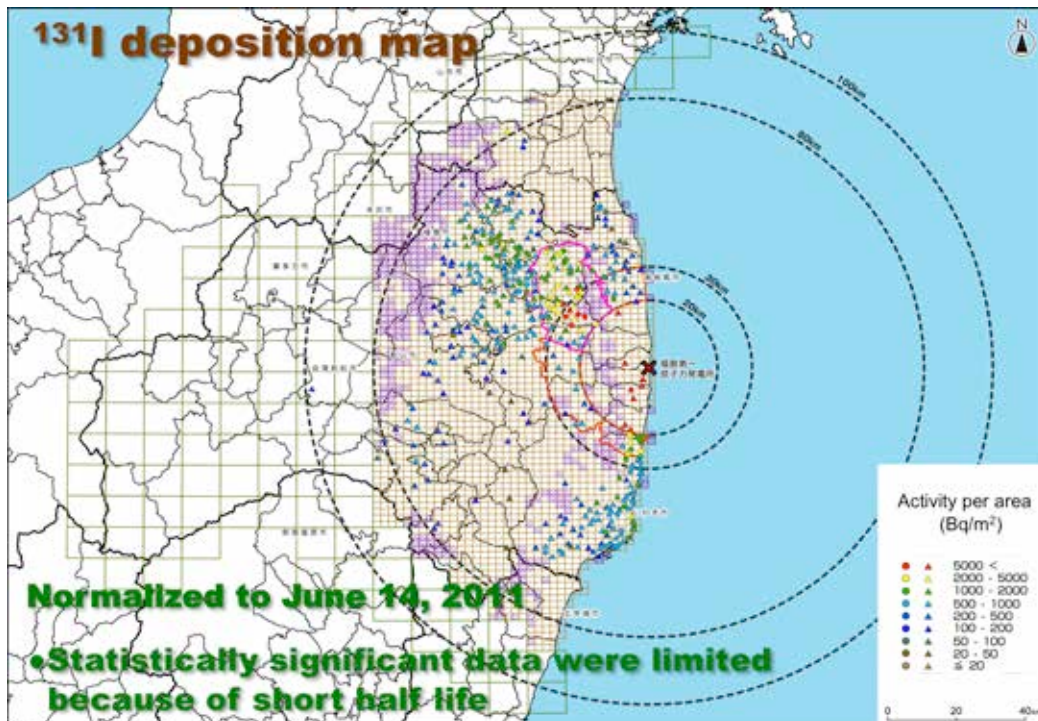
- 可搬型Ge検出器を用いた
in situ 測定
- 2011年12月～2012年5月
の間に東日本の約1,000 地点
にて測定を実施
- 2012年3月1日に換算



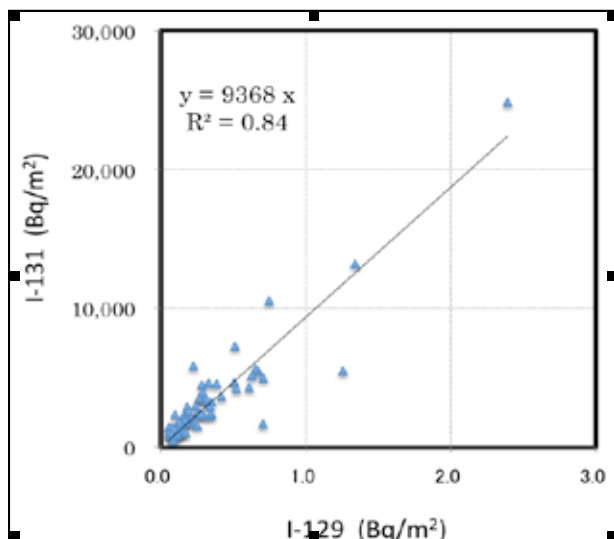
UNSCEAR 2013 報告書において線量評価の基本データとして使用された分布状況調査の結果

Figure C-II. Deposition density of ^{137}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

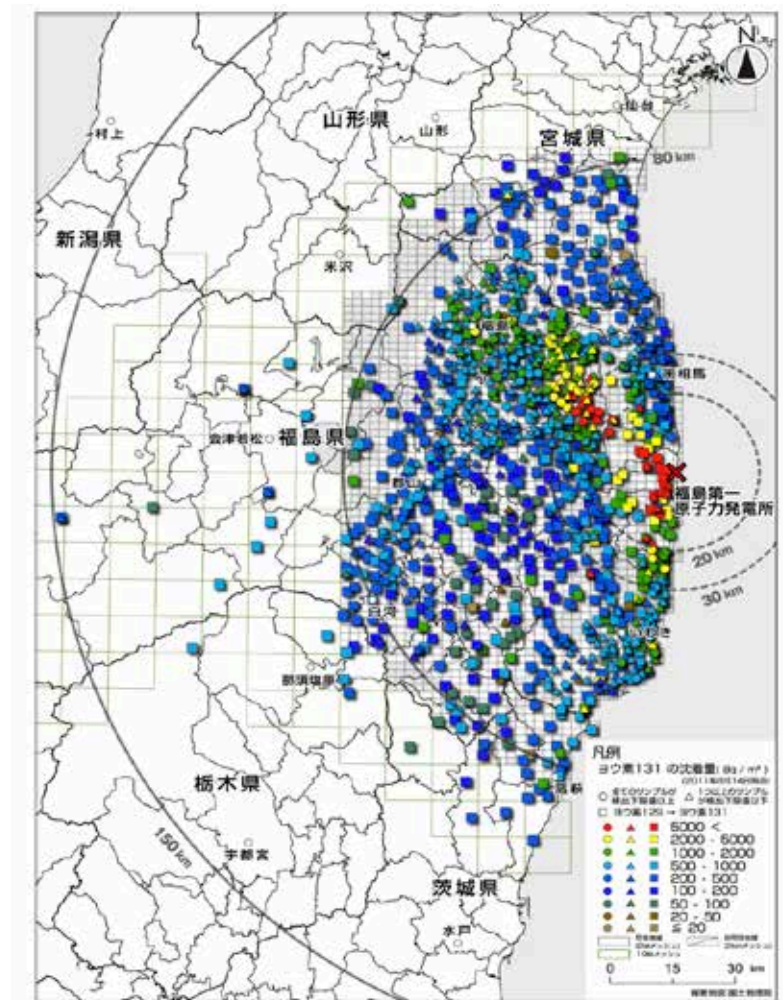




AMSを利用した ¹²⁹I 測定に基づく ¹³¹I マップの詳細化



- 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

(村松、松崎: <http://fukushima.jaea.go.jp/initiatives/cat03/pdf06/1-9.pdf>)

被ばく線量の概算

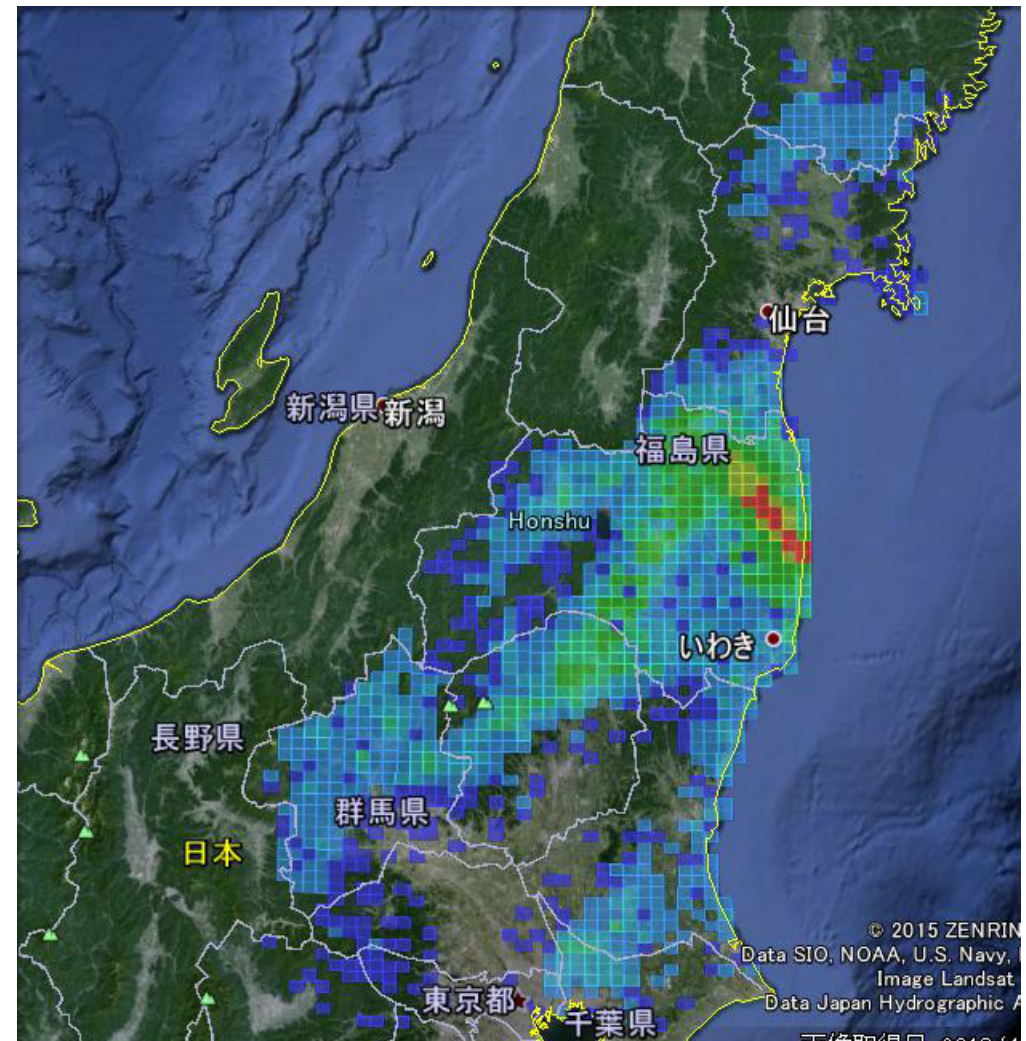
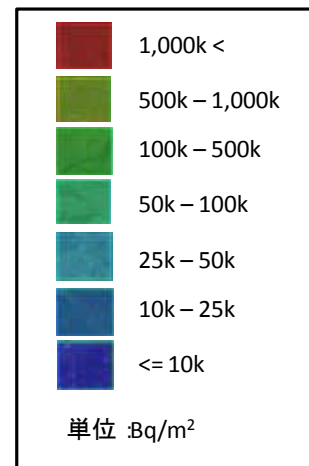
- 観測された最大土壌濃度 (Bq/m²) を用いて過大側に線量評価
- 2011年6月から50年間の外部被ばくと再浮遊核種の吸入による内部被ばく

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

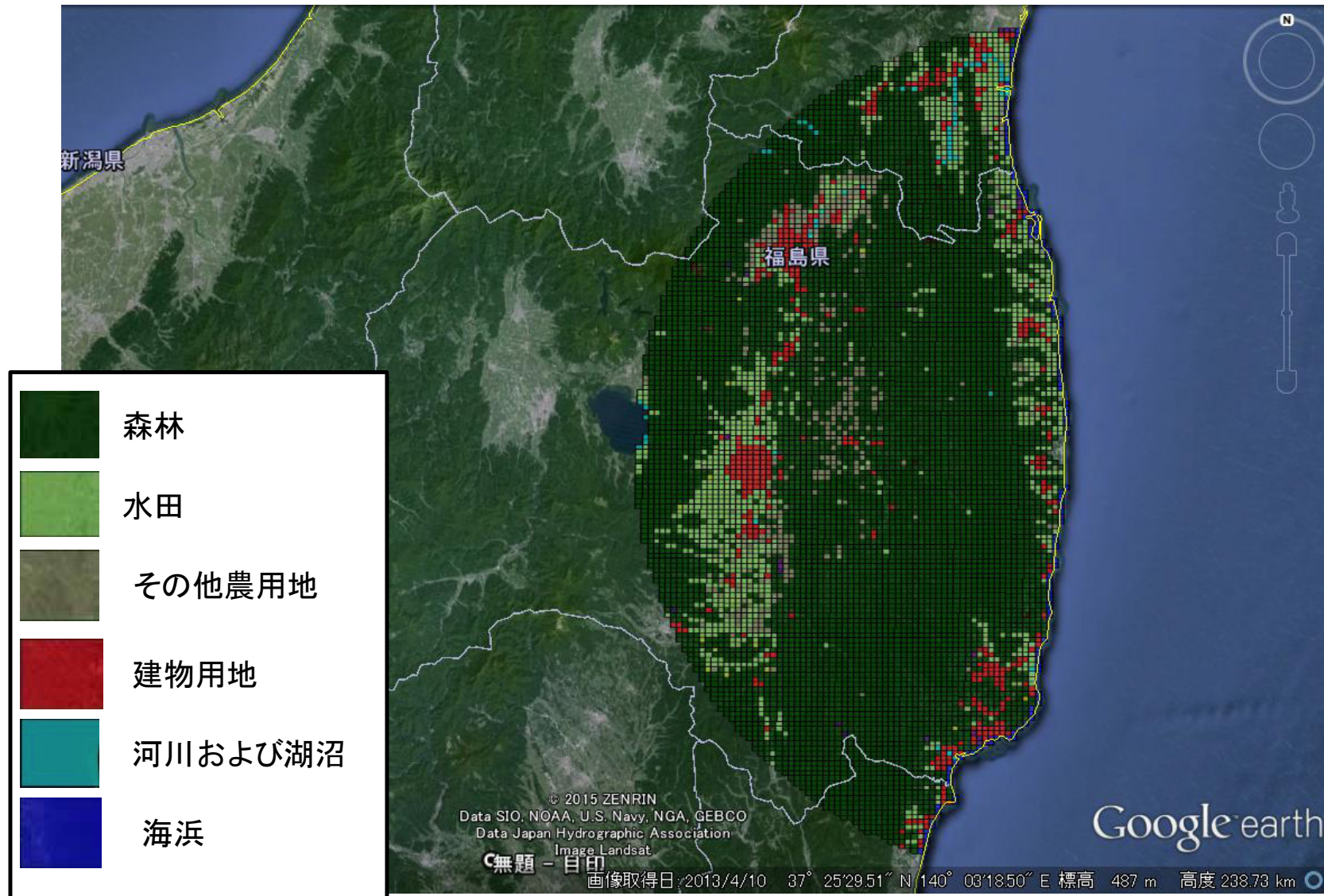
(TECDOC-1162の線量係数を使用)

陸域における ^{137}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



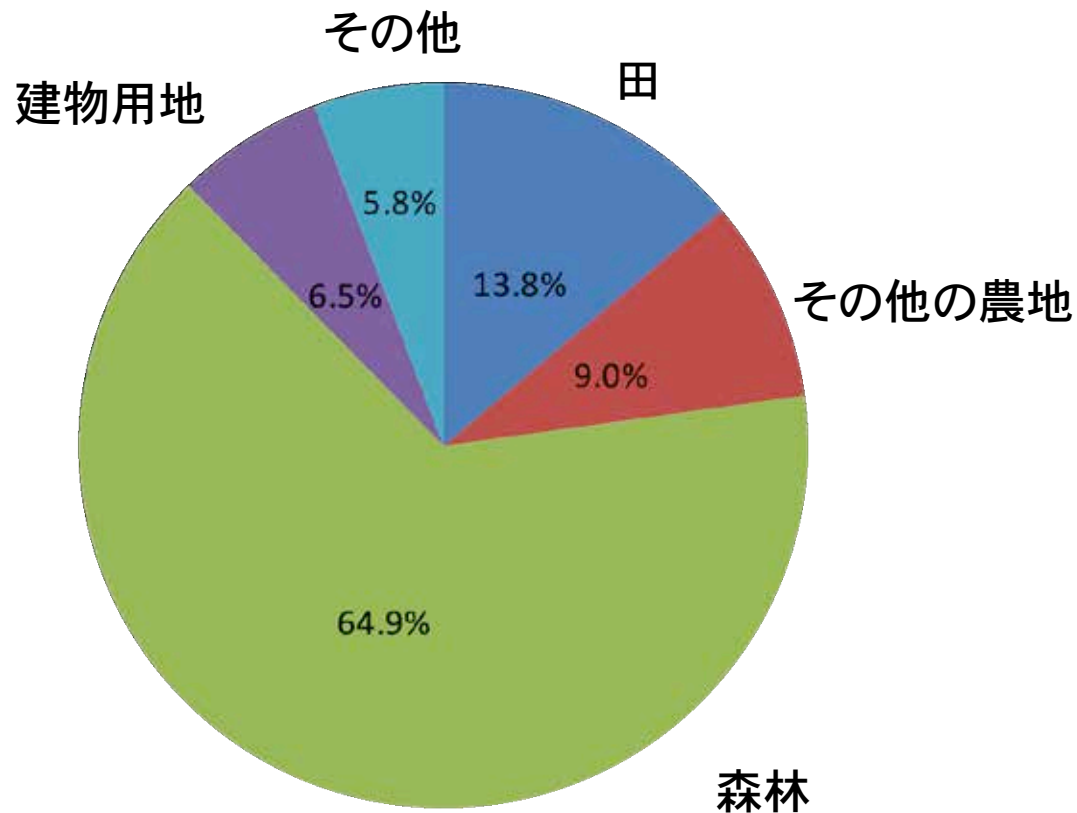
福島第一原発から80 km 圏内の土地利用状況



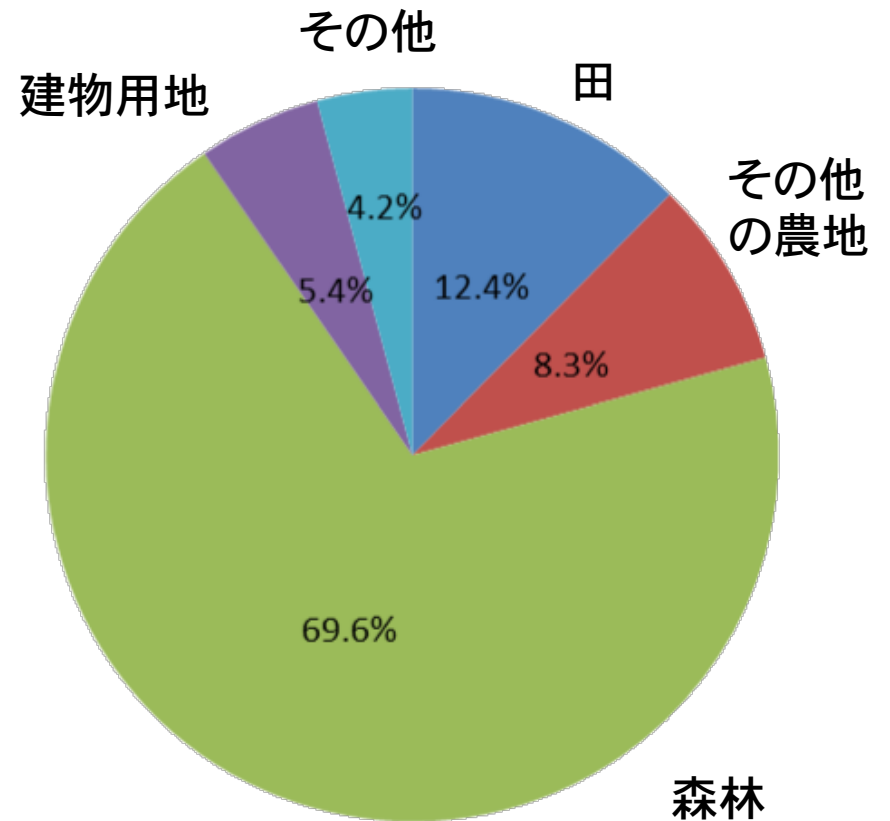
(国土交通省 国土数値情報 土地利用3次メッシュデータ)

80 km 圏内の土地利用状況別の¹³⁷Cs沈着量

面積の割合



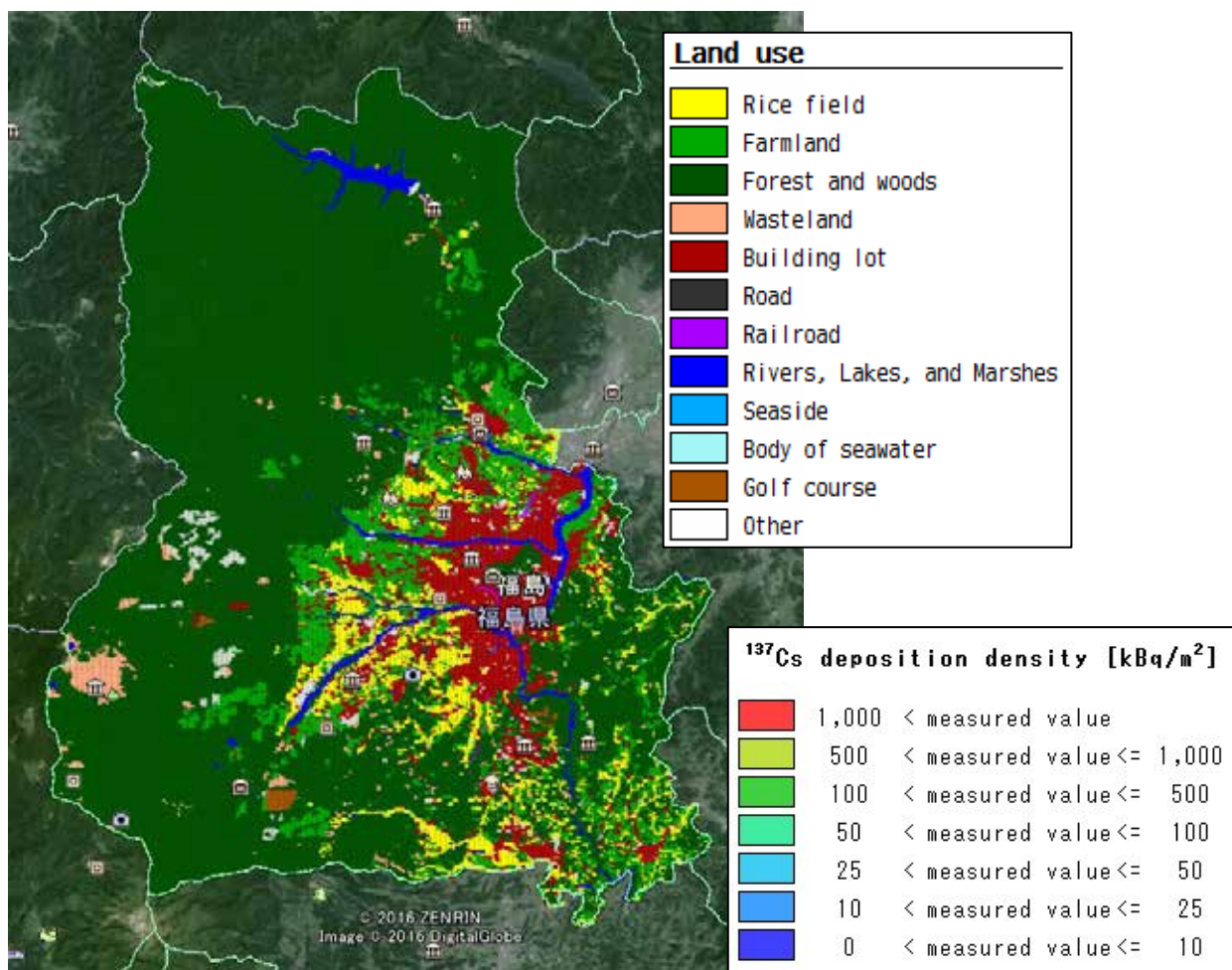
沈着量の割合



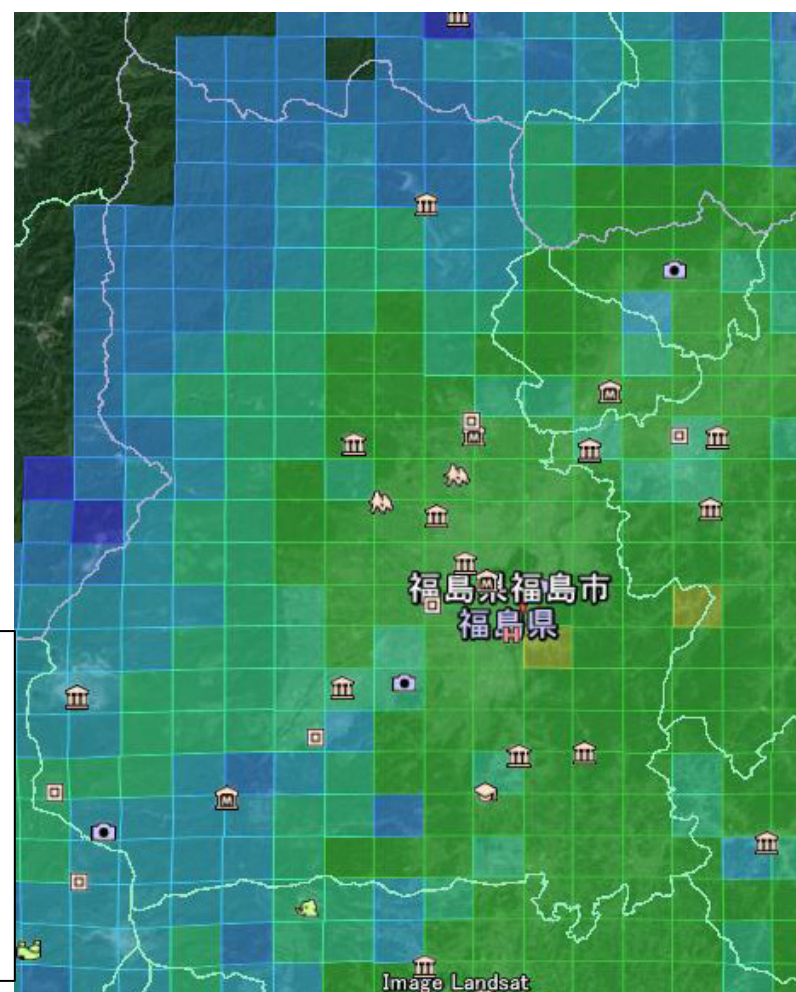
● **70%: 森林, 20%: 農業用地, 5%: 建物用地**

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)

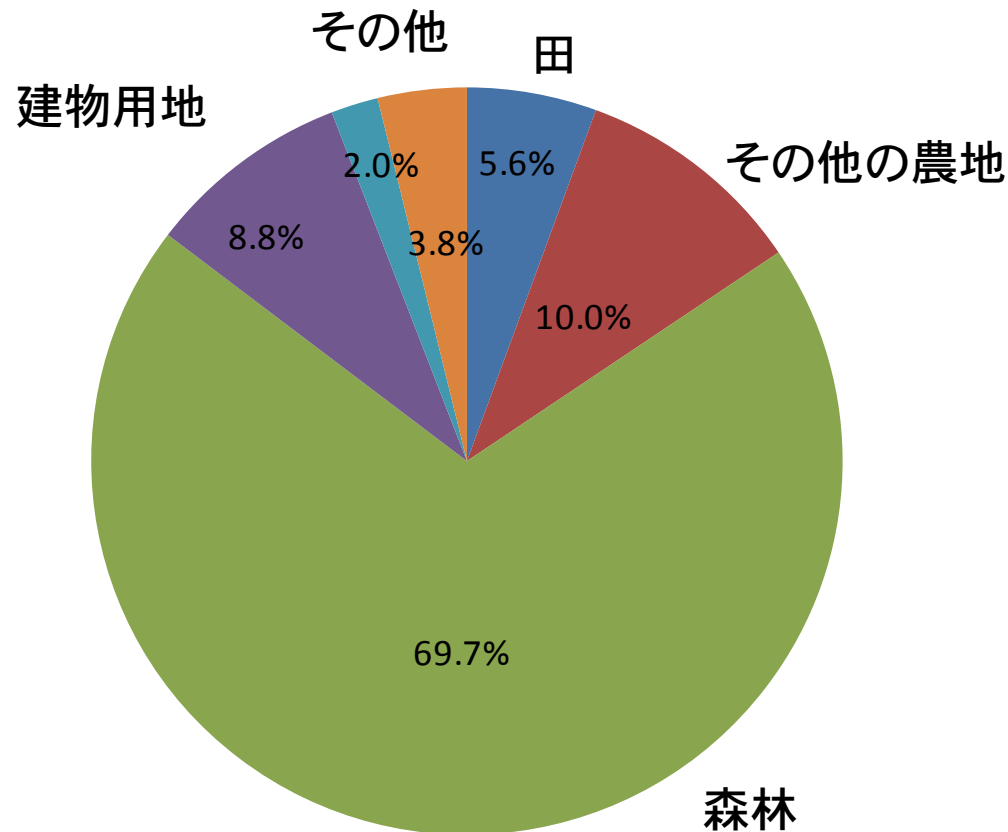


Cs137沈着濃度(2kmメッシュ)

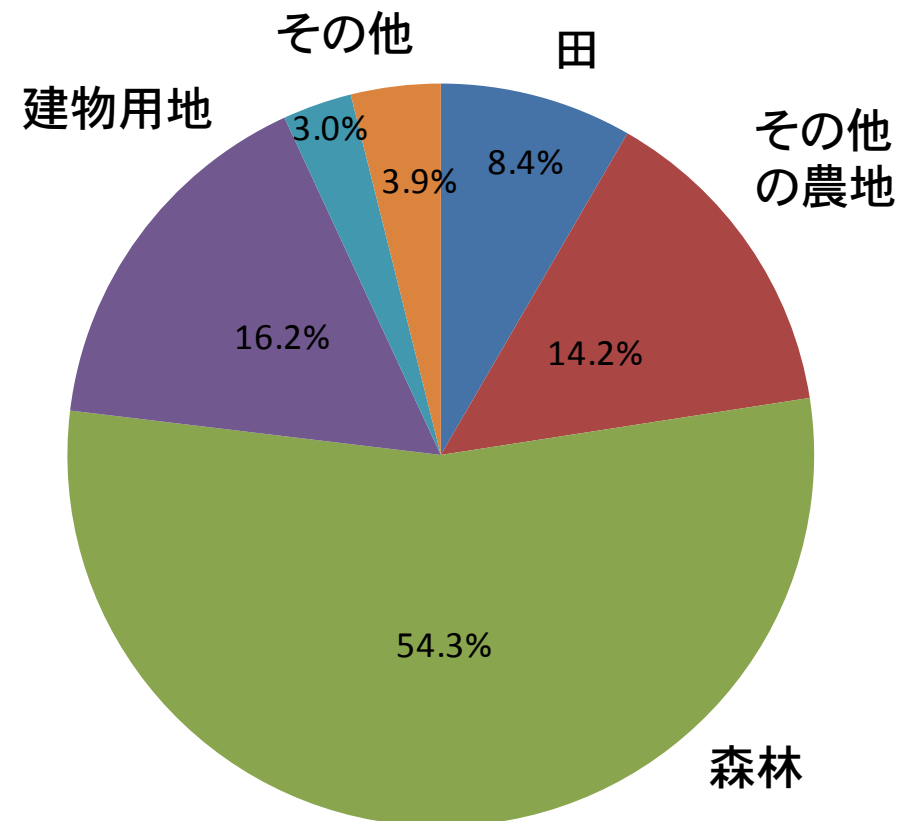


福島市の土地利用状況別の¹³⁷Cs沈着量

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

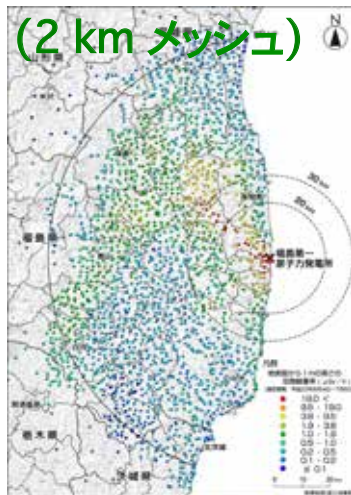
発表の内容

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**
 - c) 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) 放出起源の推定
 - c) 除染シミュレーションと将来予測
4. データの公開

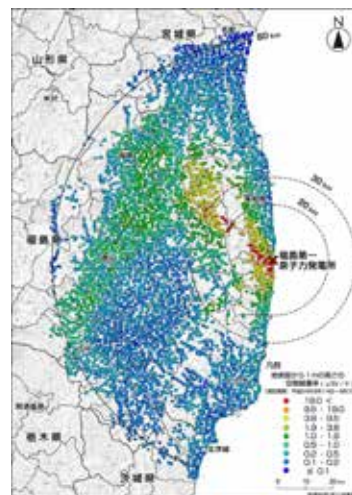
分布状況調査における環境測定の実施時期

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5次後期 (2014/11/4-12/5)		↔ 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 (2015/6/29-8/4)		↔ 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 (2014/10/30-12/16)		↔ 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 (2015/9/2-10/22)	
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 (2014/6/24-7/31)	↔	↔ 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, 9/26)	↔	↔ 第3次後期 (2012/11/26-12/7, 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)		↔

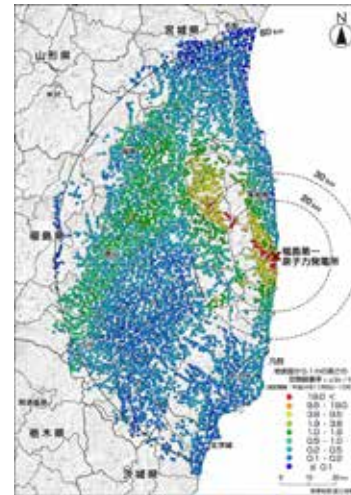
定点測定による空間線量率分布の経時変化 (1 km メッシュ)



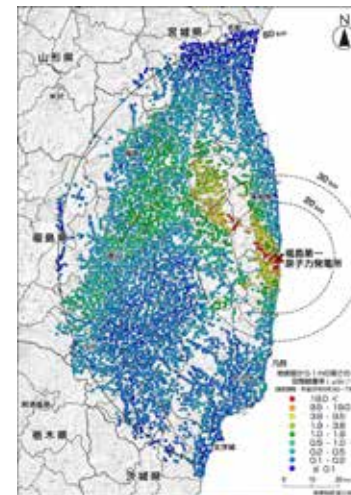
2011年6月



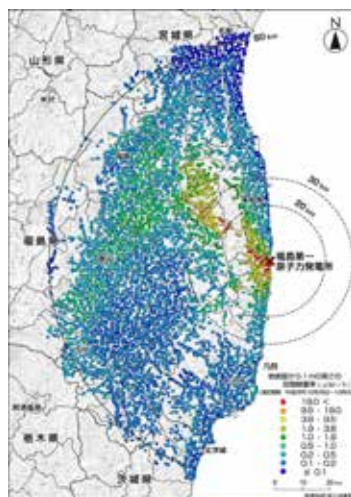
2012年8月



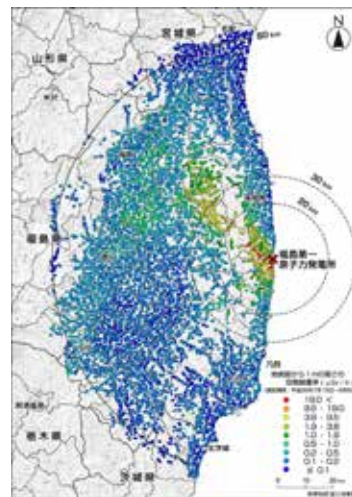
2012年11月



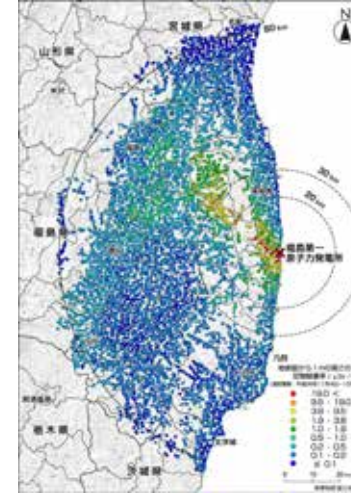
2013年6月



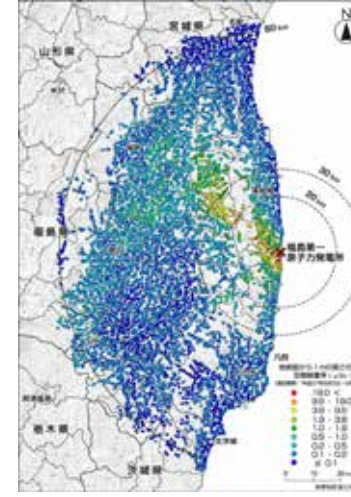
2013年11月



2014年8月

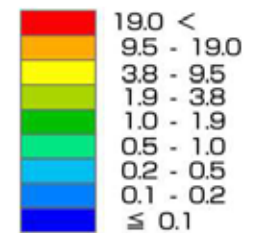


2014年11月

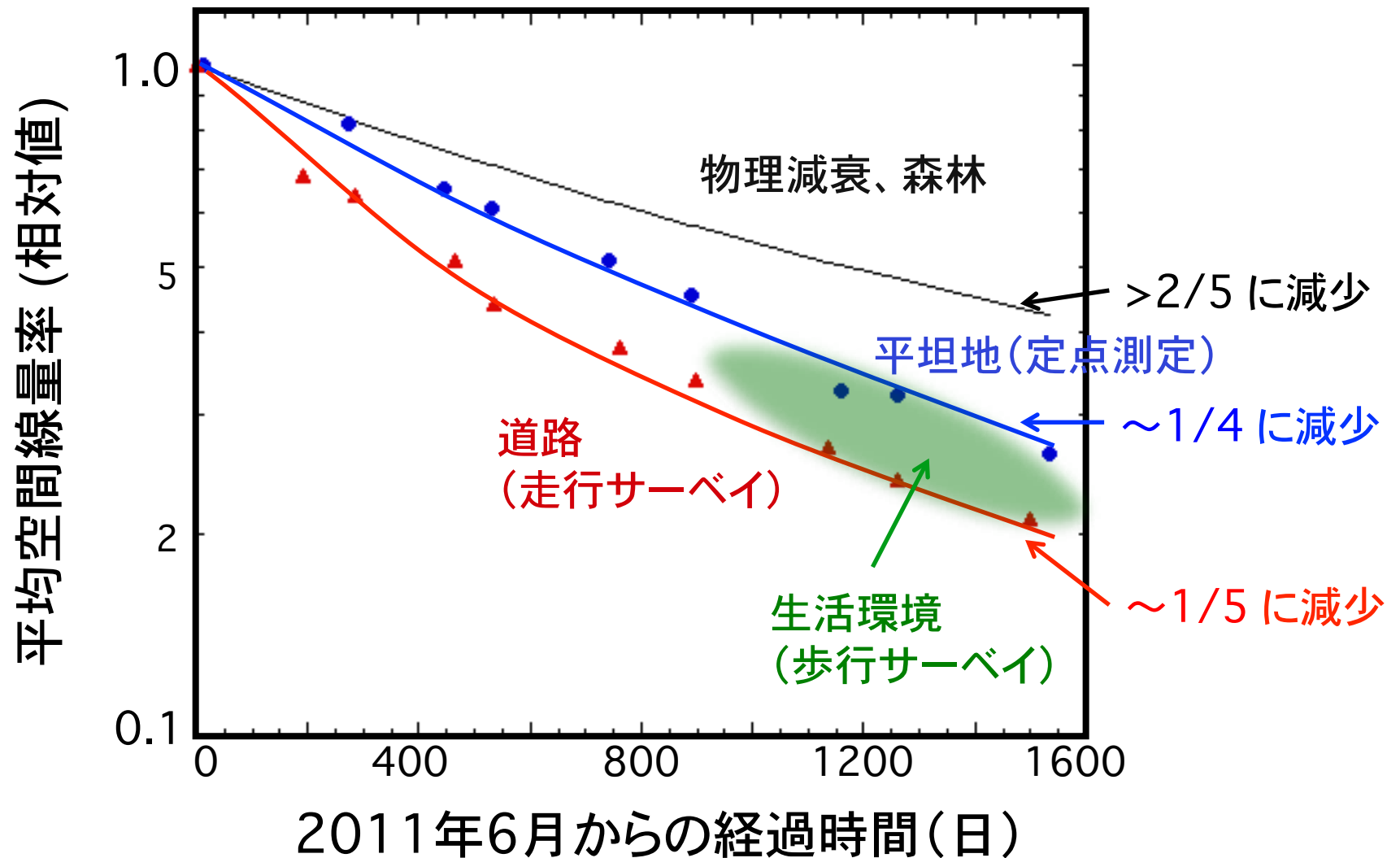


2015年8月

周辺線量当量率
($\mu\text{Sv/h}$)

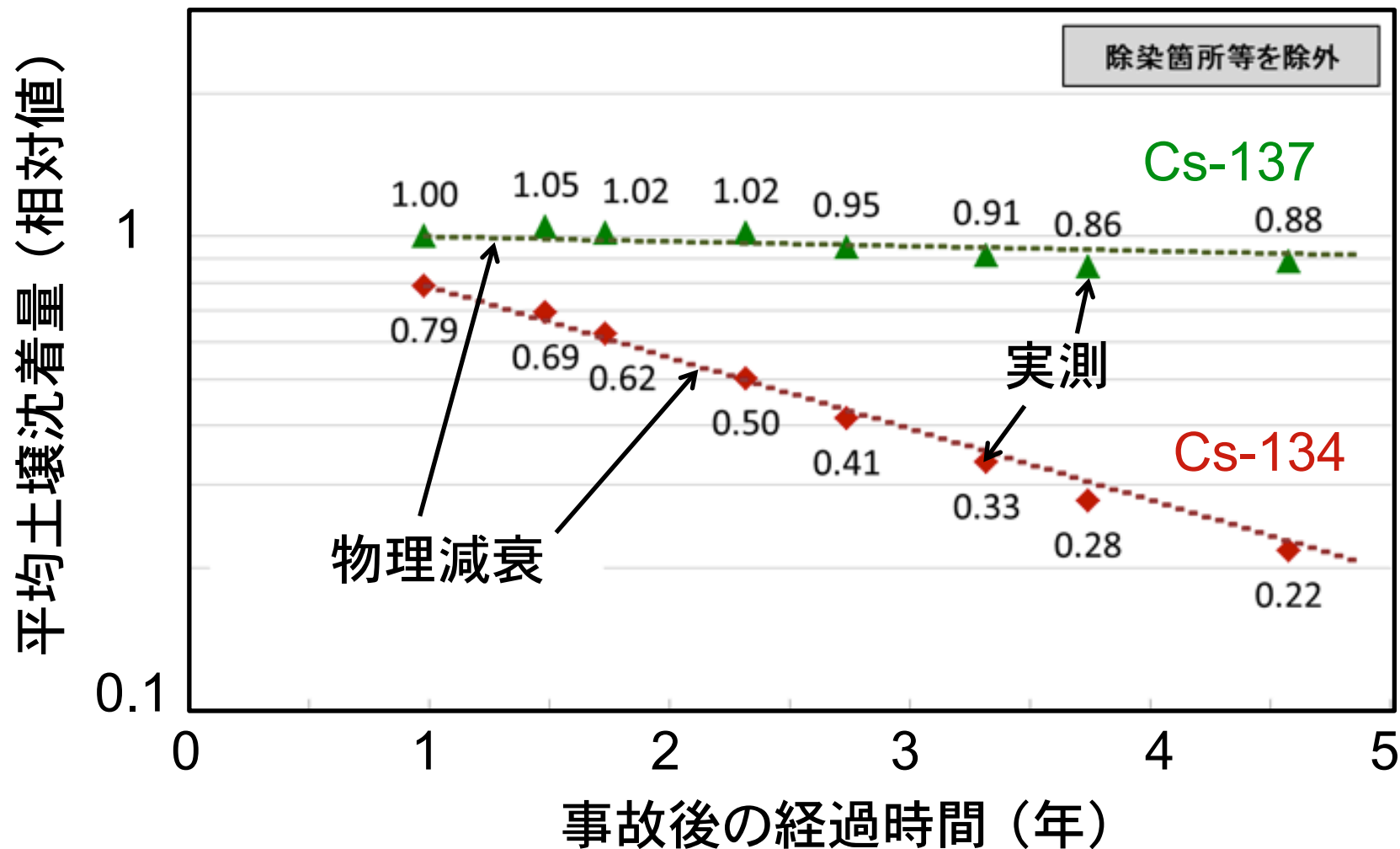


80 km 圏内の空間線量率の経時変化(2011~2015)



● 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

80 km 圏内の土壌沈着量の経時変化(2011~2015)

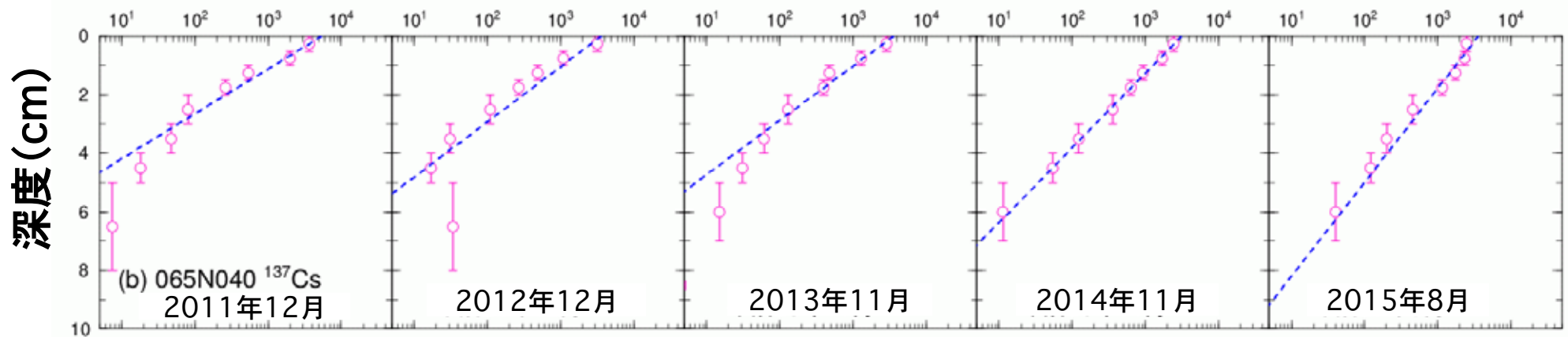


- かく乱のない平坦値では物理減衰に従って減少
- 横方向への放射性セシウムの動きは小さい

放射性セシウム地中深度分布の経時変化の例

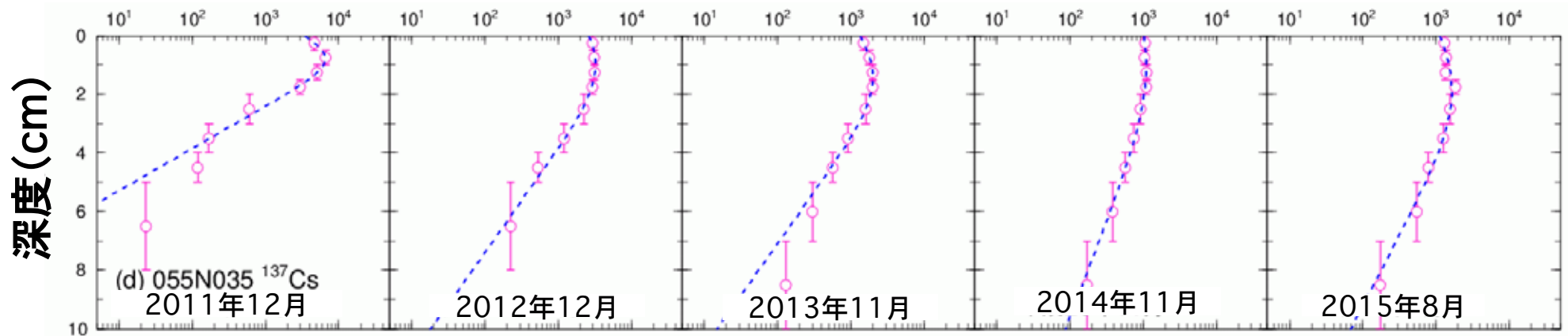
(1) 指数関数分布

Cs-137 濃度 (Bq/kq)



(2) ピークを持つ分布

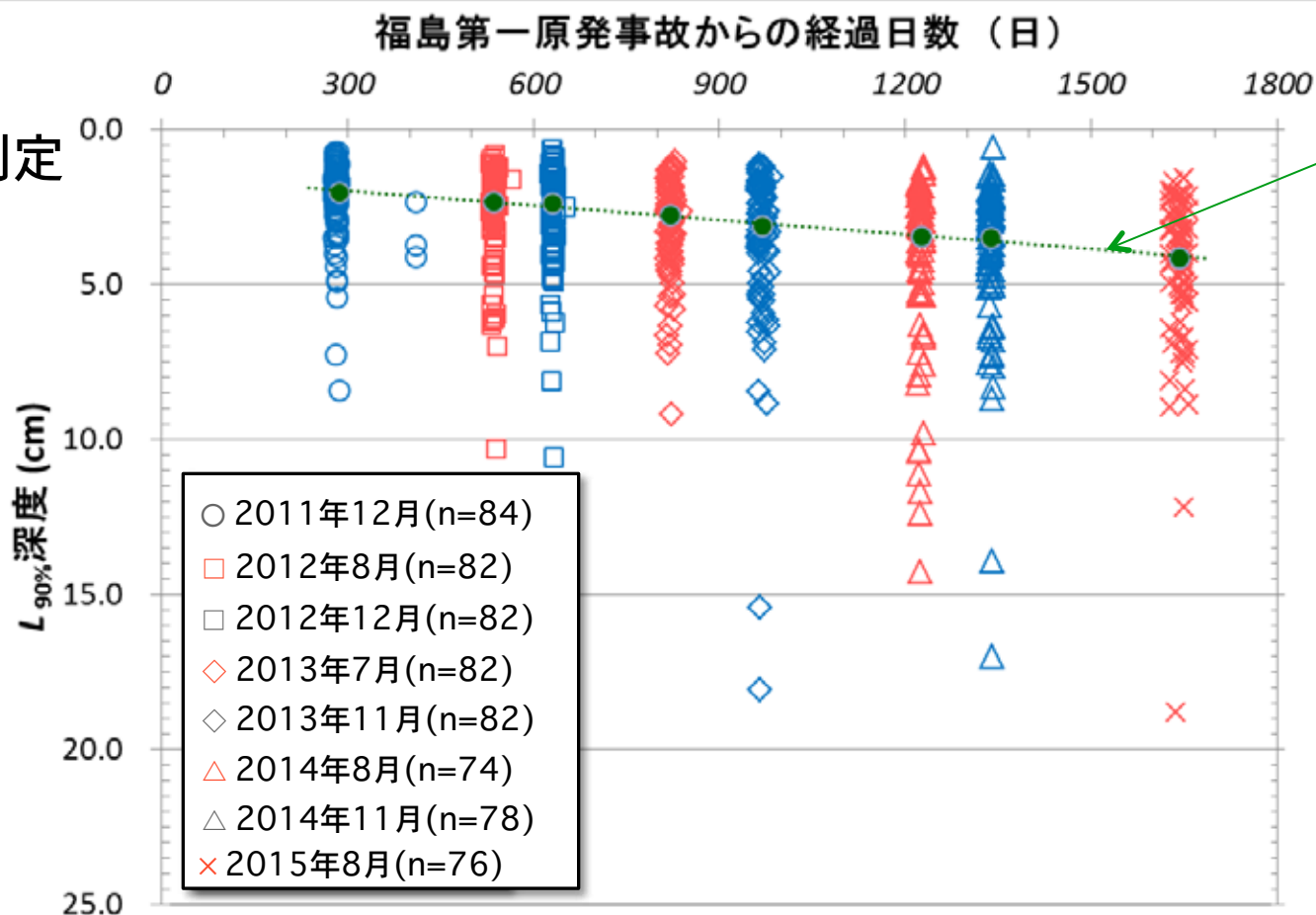
Cs-137 濃度 (Bq/kq)



● 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



平均

● 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

経時変化のまとめ

1. 攪乱のない平坦地上の空間線量率は物理的減衰に比べて少し速く減少:主に放射性セシウムの地中への浸透の影響
2. 走行サーベイにより測定した道路上の空間線量率は物理的減衰に比べてかなり速く減少:道路周辺環境の放射性セシウムは除去され易い
3. 空間線量率の平均的な大きさの順:
走行サーベイ<歩行サーベイ<平坦地<森林
4. 空間線量率の経時変化:走行サーベイの結果は2成分(減衰の速い成分と遅い成分)
5. 空間線量率の減少傾向と関連のある要因
 - a) 土地利用状況:都市域・水域で速く、森林域で遅い
 - b) 人間活動:避難指示区域外で減少が速く、区域内で遅い

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
 - c) 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) 放出起源の推定
 - c) 除染シミュレーションと将来予測
4. データの公開

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}Cs の ^{137}Cs に対する初期空間線量率比 [-]
λ_{134}	: ^{134}Cs の壊変定数 [y^{-1}]
λ_{137}	: ^{137}Cs の壊変定数 [y^{-1}]

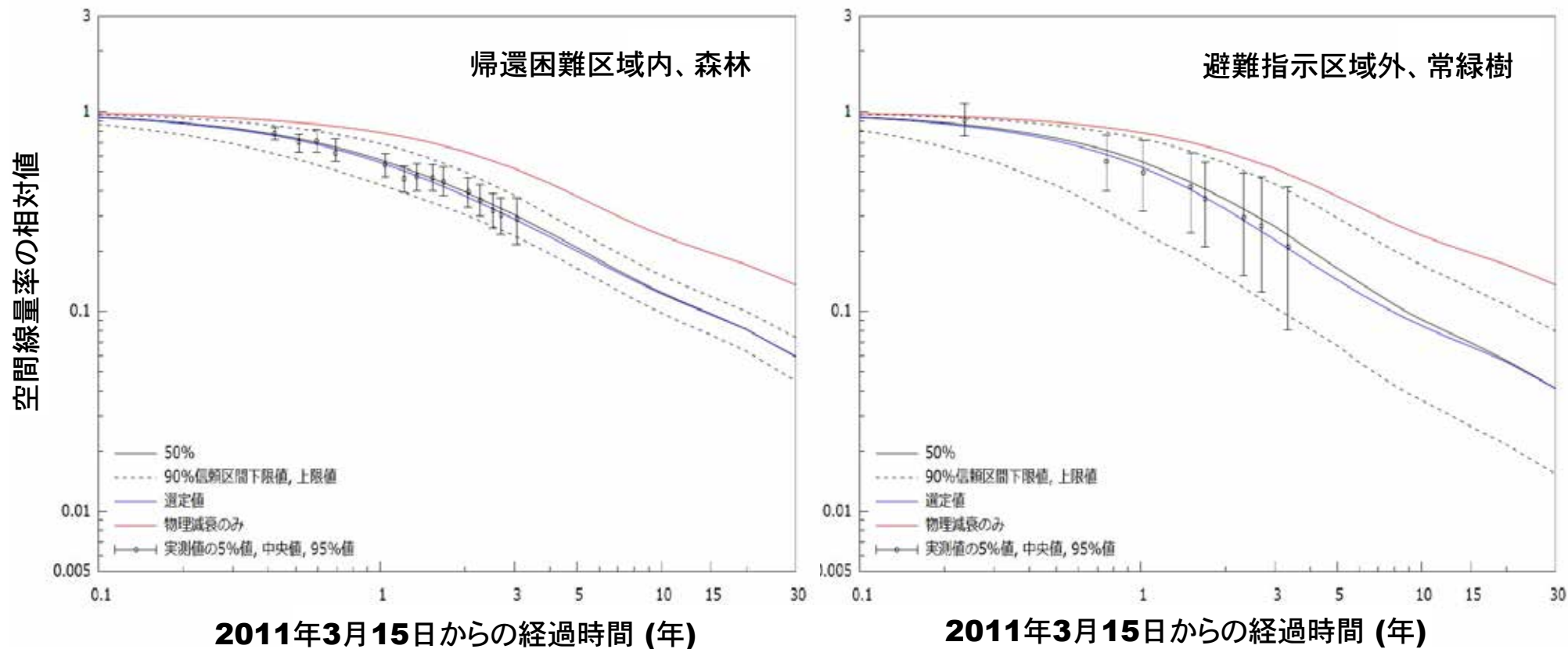
ALOS土地利用
土地被覆図



- ・ 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

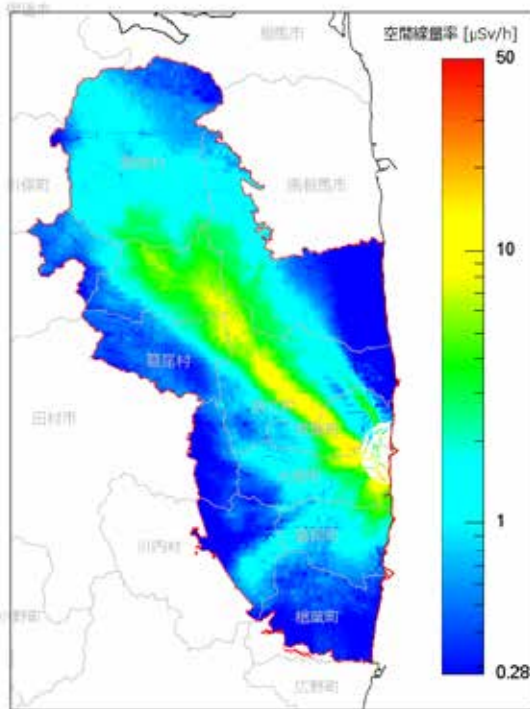


- 同じ森林に分類される地域であっても避難指示区域の内外で空間線量率の減少傾向が明らかに異なる
- 人間の活動の影響を示唆しているが人間活動と関連付けた定量的な解析は行われていない

空間線量率の予測例

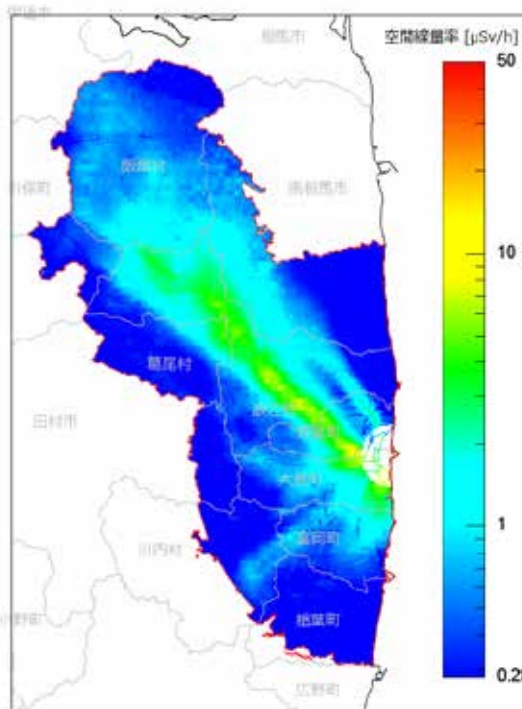
5年後

case2, 5年後



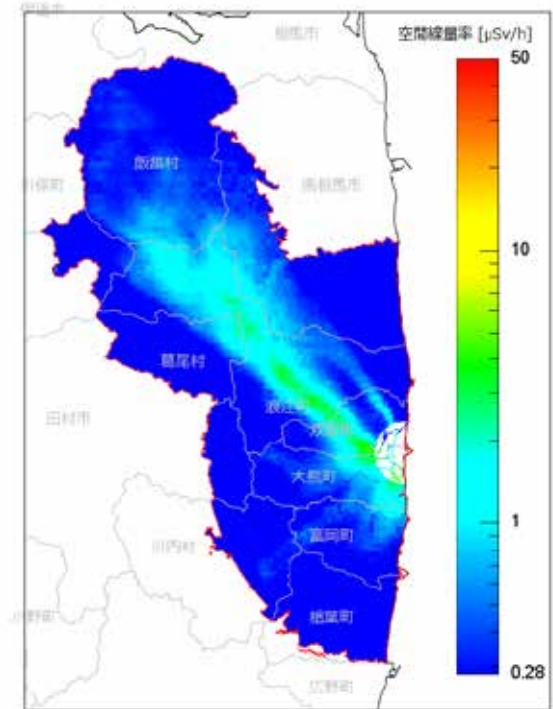
10年後

case2, 10年後



30年後

case2, 30年後



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

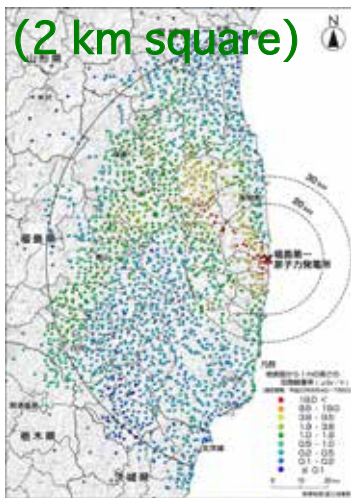
(木名瀬他: 福島復興シンポ, 2015)

発表の内容

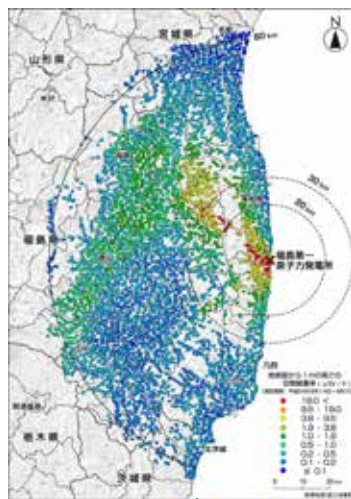
1. 調査に用いた環境測定手法
2. 福島周辺における放射線環境の特徴
 - a) 初期汚染の概況
 - b) 経時変化
 - c) 将来予測
3. 取得データの応用解析例
 - a) 異なる手法による環境データの統合
 - b) 放出起源の推定
 - c) 除染シミュレーションと将来予測
4. データの公開

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)

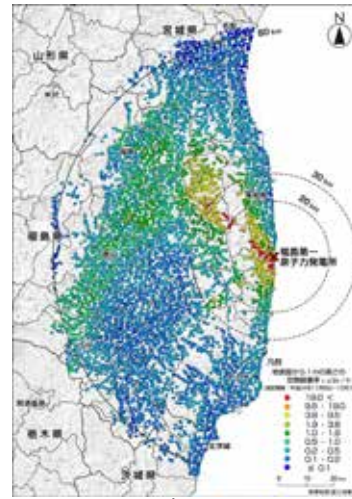
- 高精度であるが測定値のない地域が存在



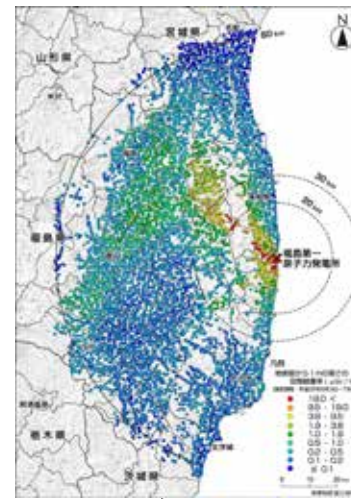
2011年6月



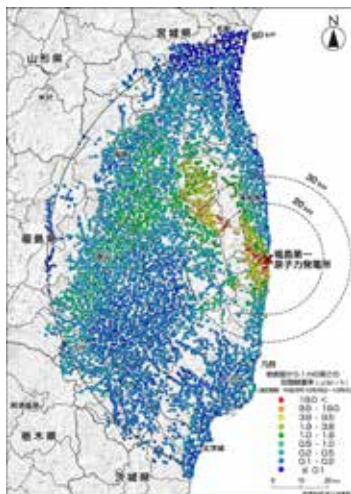
2012年8月



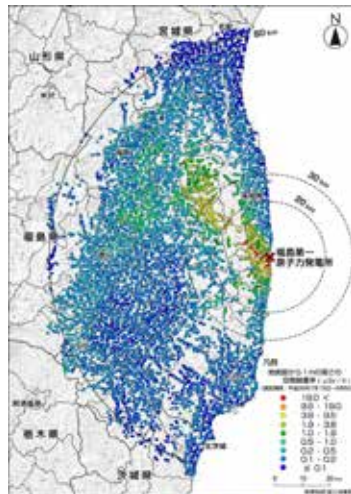
2012年11月



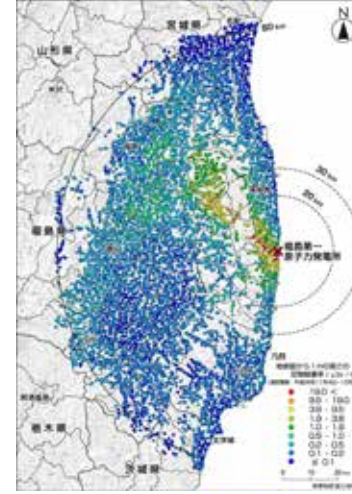
2013年6月



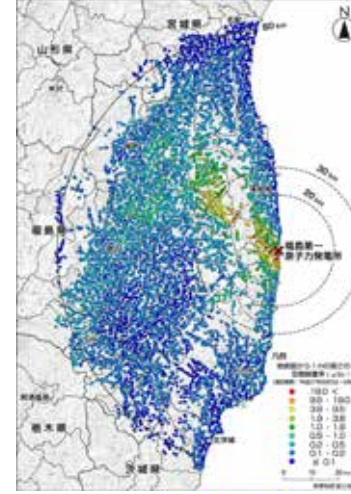
2013年11月



2014年8月

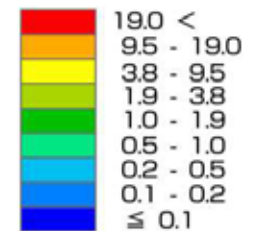


2014年11月



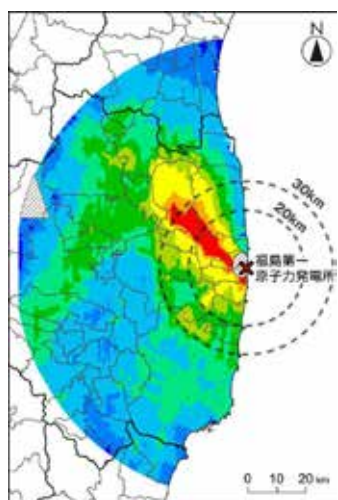
2015年8月

周辺線量当量率
($\mu\text{Sv/h}$)

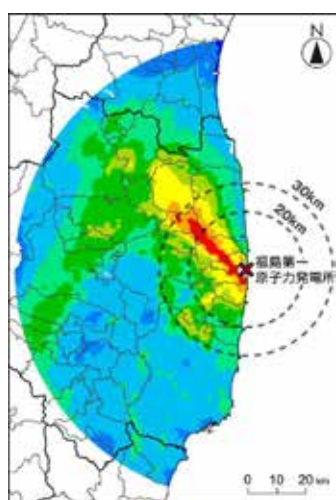


航空機モニタリングによる空間線量率分布の経時変化

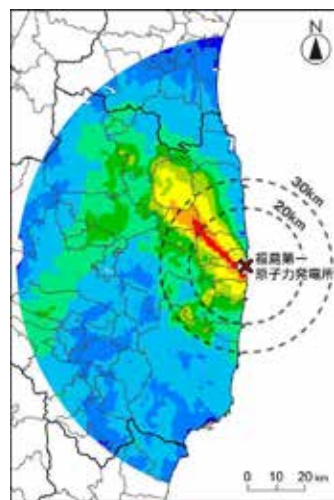
- 精度は劣るが測定対象地域全体をカバー



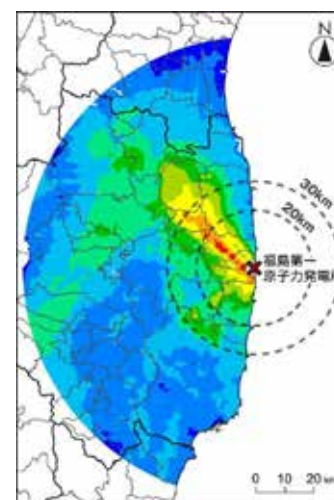
1 か月



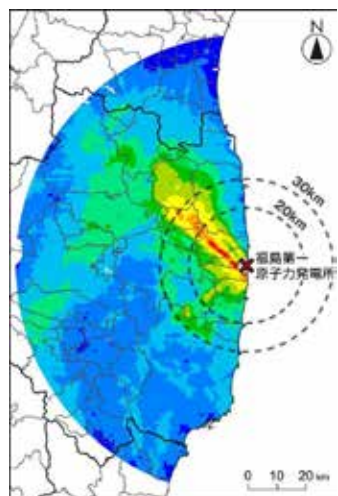
7 か月



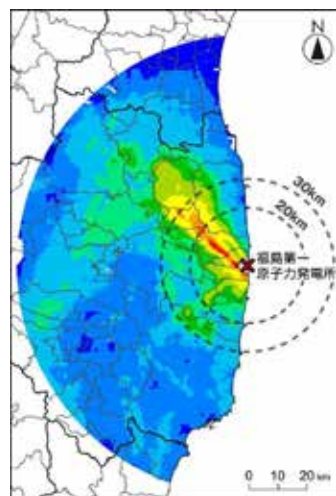
15 か月



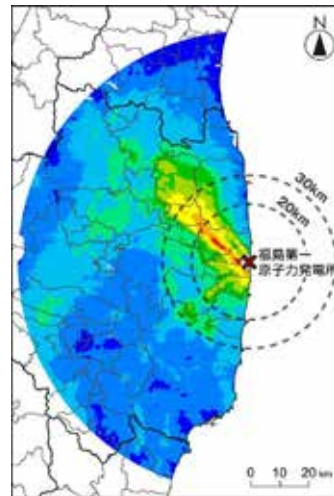
20 か月



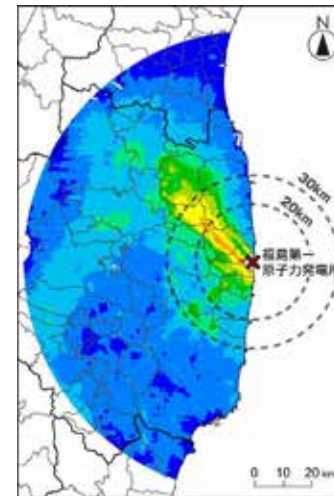
30 か月



32 か月

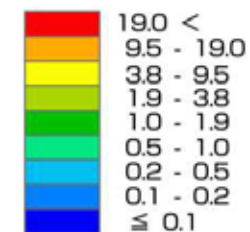


42 か月



54 か月

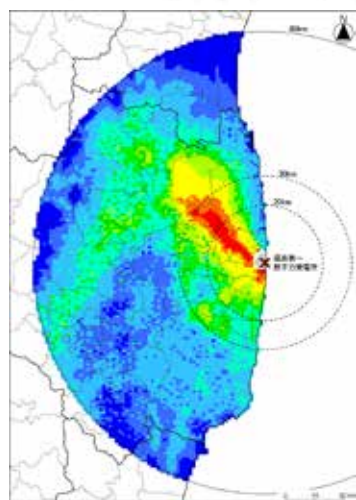
周辺線量当量率
($\mu\text{Sv/h}$)



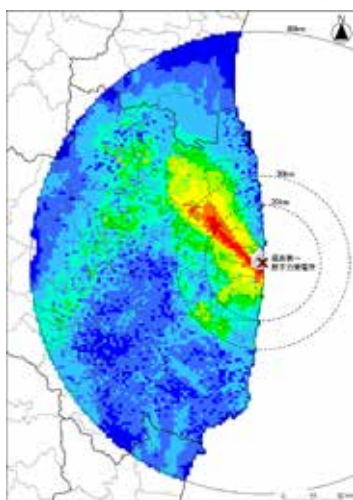
(事故後)

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

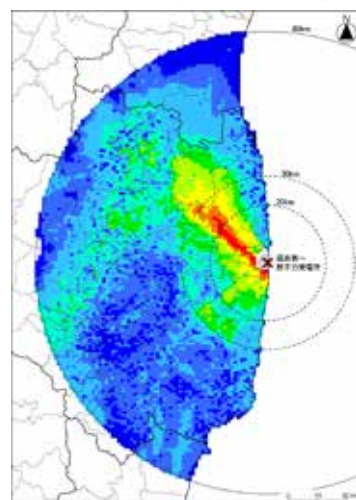
- 定点測定結果があるメッシュはこれを採用:ないメッシュについては航空機モニタリングの結果を地上値に規格化して重ね合わせ
- より精度が高くかつ**80 km** 全域をカバーするマップ



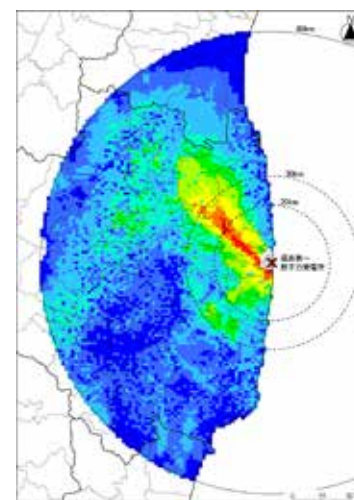
2011年6月



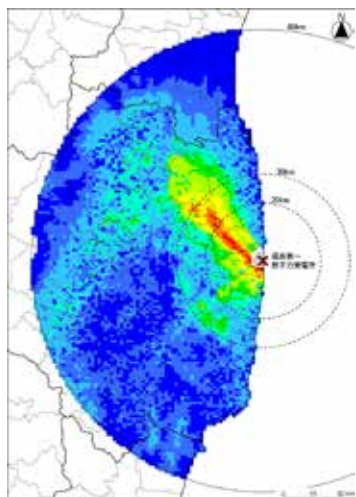
2012年8月



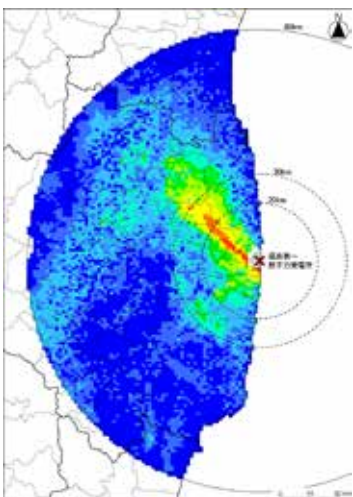
2012年11月



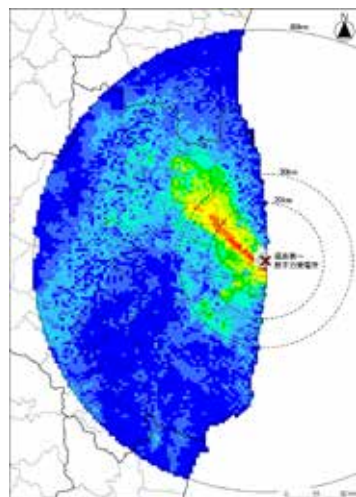
2013年6月



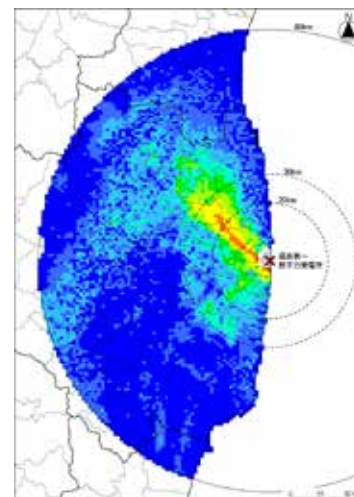
2013年11月



2014年8月

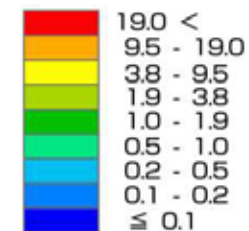


2014年11月



2015年8月

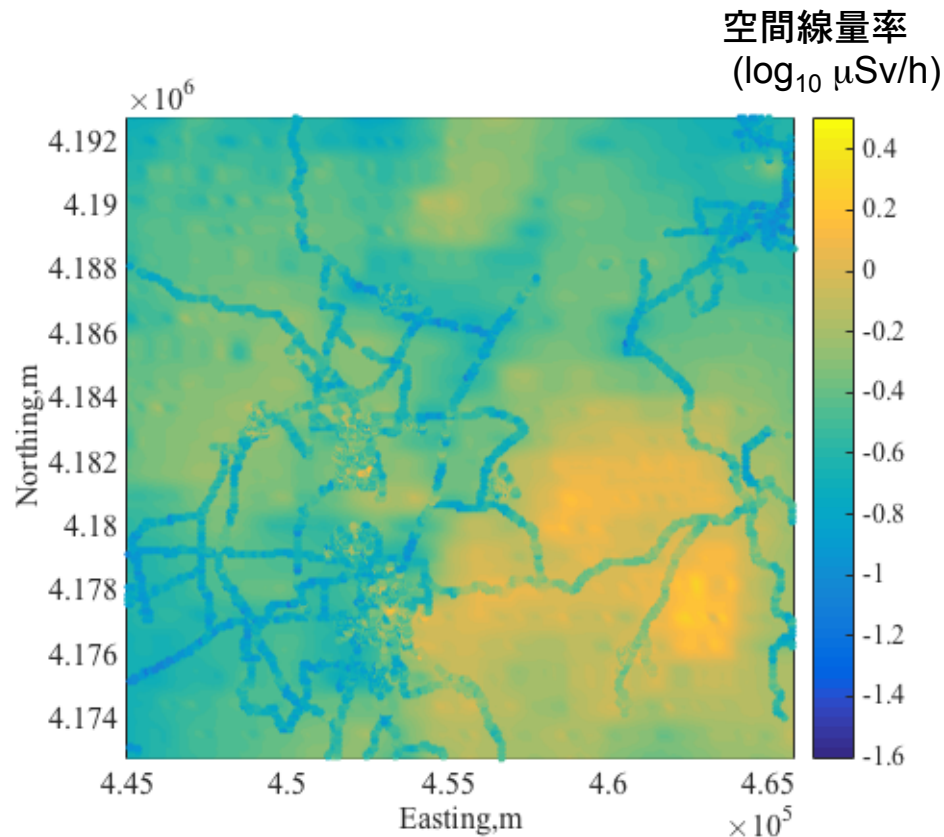
周辺線量当量率
($\mu\text{Sv/h}$)



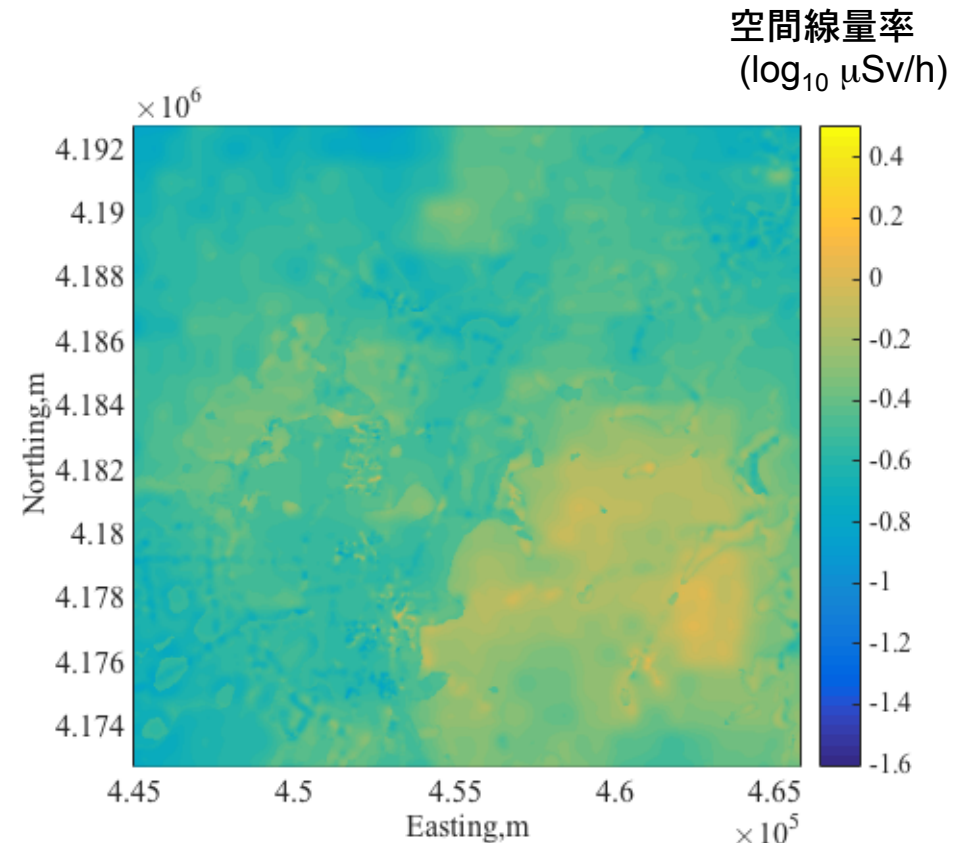
階層ベイズモデルによるデータ統合の例

- 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

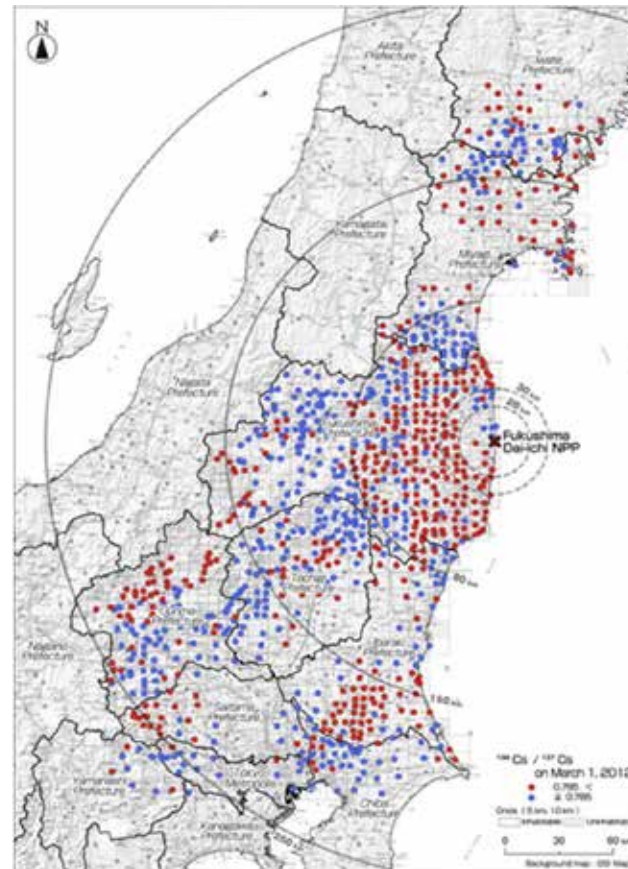
1. 調査に用いた環境測定手法
2. 福島周辺における放射線環境の特徴
 - a) 初期汚染の概況
 - b) 経時変化
 - c) 将来予測
3. 取得データの応用解析例
 - a) 異なる手法による環境データの統合
 - b) 放出起源の推定
 - c) 除染シミュレーションと将来予測
4. データの公開

観測された $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 沈着量比の分布

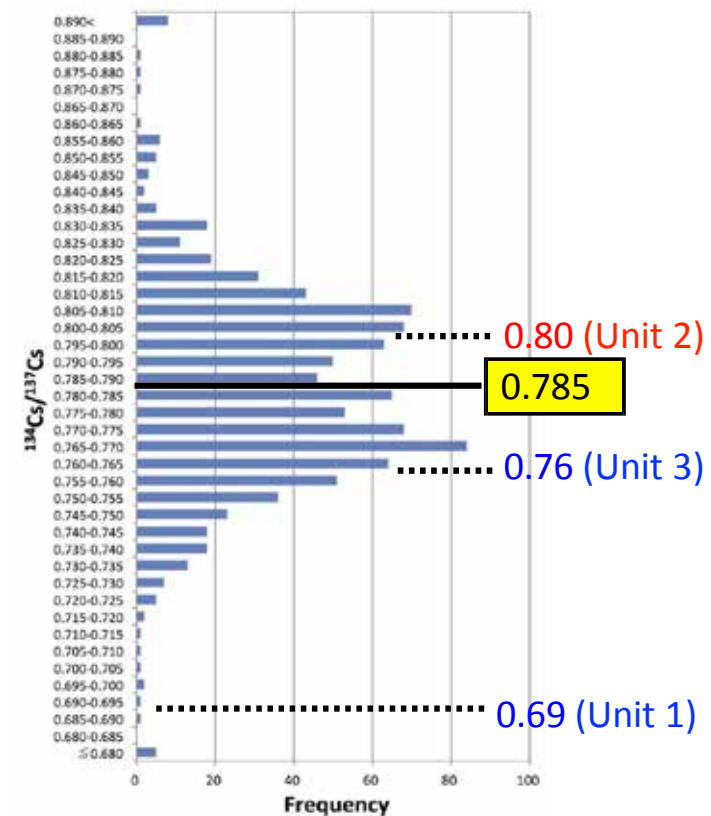
■地表沈着量分布測定の $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比(2012年3月1日に補正)

In-situ gamma spectrometry (Mikami et al., J. Environ. Radioactiv., 139, 320-343, 2015)

$^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比分布



$^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比ヒストグラム



(Nagai et al., NURETH-16)

炉内解析から推定された $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比

■ 炉内インベントリの $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比

ORIGEN2解析結果 (Nishihara et al., JAEA-Data/Code 2012-018, 2012)

Reactor	Shut down time (11 March, 2011)	One year after (11 March, 2012)
Unit 1	0.94	0.69
Unit 2	1.08	0.80
Unit 3	1.05	0.76

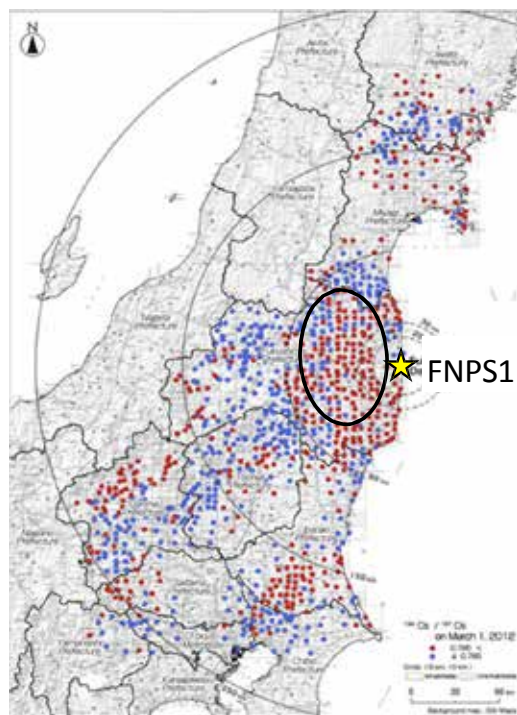
仮定: 炉内インベントリと環境モニタリングデータの関連付け

- ✓ 炉内に ^{134}Cs と ^{137}Cs が一様に分布
- ✓ $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比は、移行過程(放出、大気拡散、沈着、陸面移行)で保持

観測データと大気拡散計算結果の対応づけ

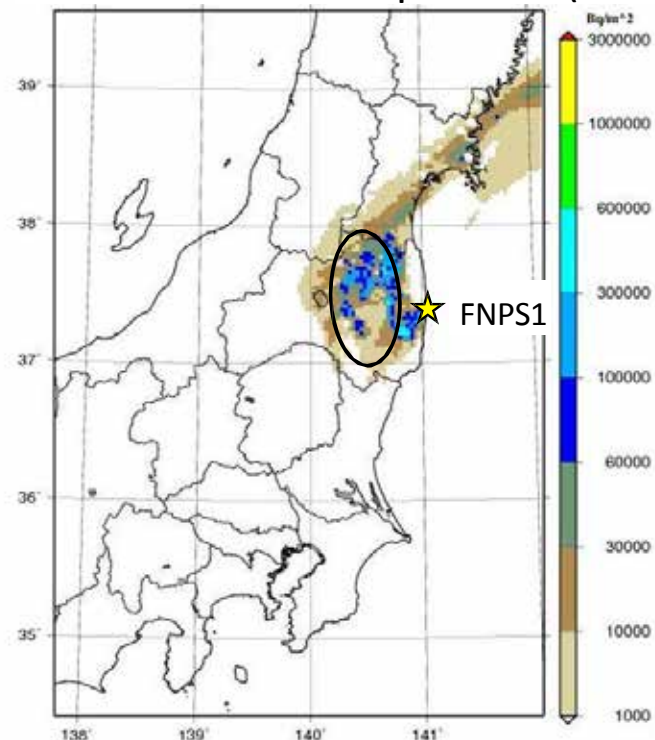
放出期間 : 3月15日07時~3月15日11時

$^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ in measured deposition



● $0.785 <$
● ≤ 0.785

Calculated ^{137}Cs deposition (0JST 17 Mar. 2011)



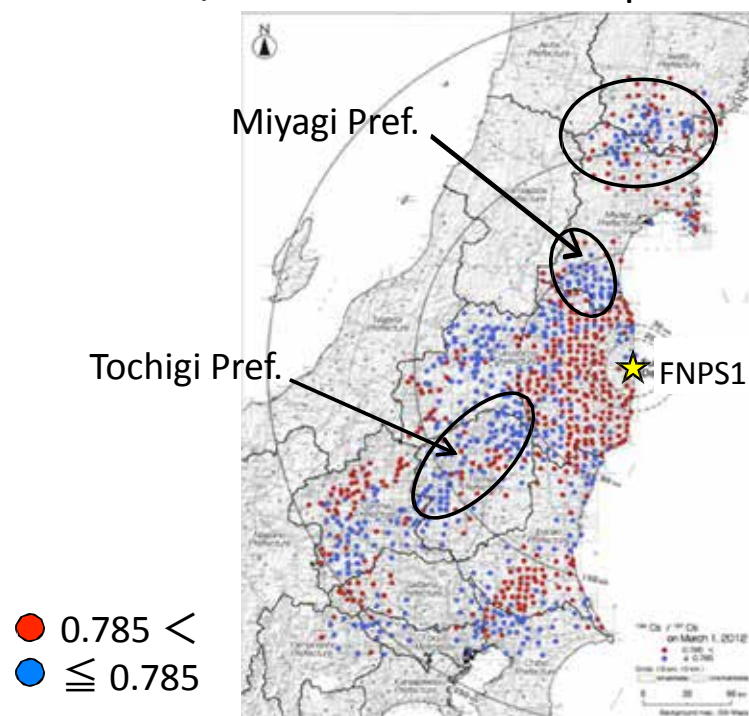
- ✓ 福島中央部の $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比が高い(赤)エリアと対応
- ✓ 事象: 2号機でのDW圧力低下(3月15日07:00-11:25)
風下の正門付近での空間線量率の上昇
→ 2号機 ($^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比が高い)からの放出を示唆

(Nagai et al., NURETH-16)

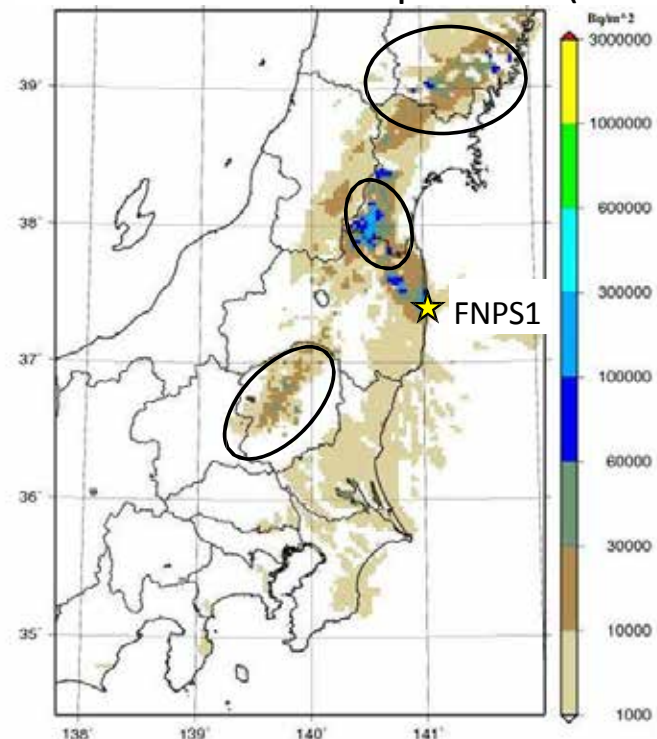
観測データと大気拡散計算結果の対応づけ

放出期間: 3月19日21時～3月20日18時

$^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ in measured deposition



Calculated ^{137}Cs deposition (0JST 24 Mar. 2011)



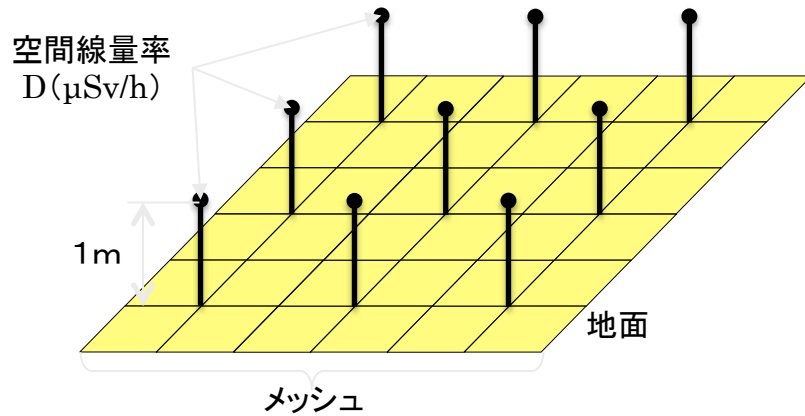
- ✓ 宮城、栃木の $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比が低い(青)エリアと対応
- ✓ 事象: 3号機でのウェットベント(3月20日11:25)
3号機でのDW圧力低下(～3月21日朝)
→3号機($^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比が低い)からの放出を示唆

(Nagai et al., NURETH-16)

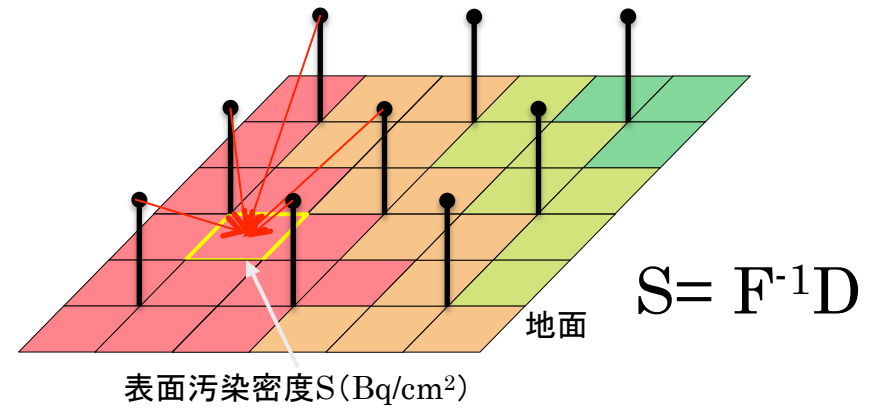
発表の内容

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
 - c) 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) 放出起源の推定
 - c) 除染シミュレーションと将来予測
4. データの公開

RESETの除染シミュレーションの手順

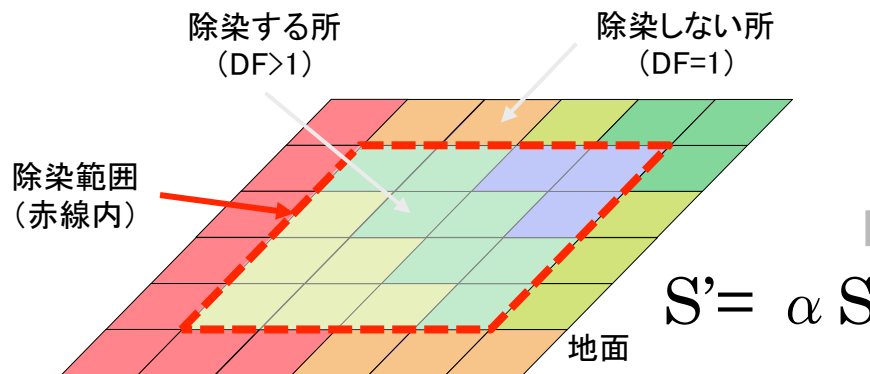


① 1m高さの空間線量率Dを入力する

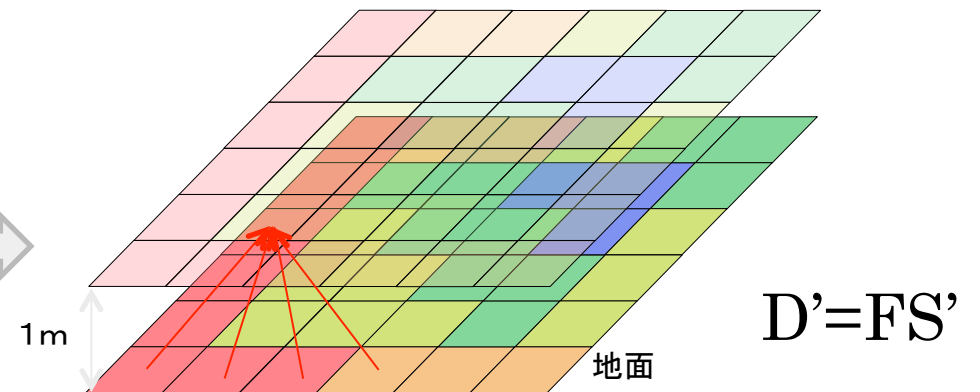


② 1m高さの空間線量率Dより地面の表面汚染密度S(Bq/cm²)を計算する

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/cm²) / 除染後の表面汚染密度(Bq/cm²)



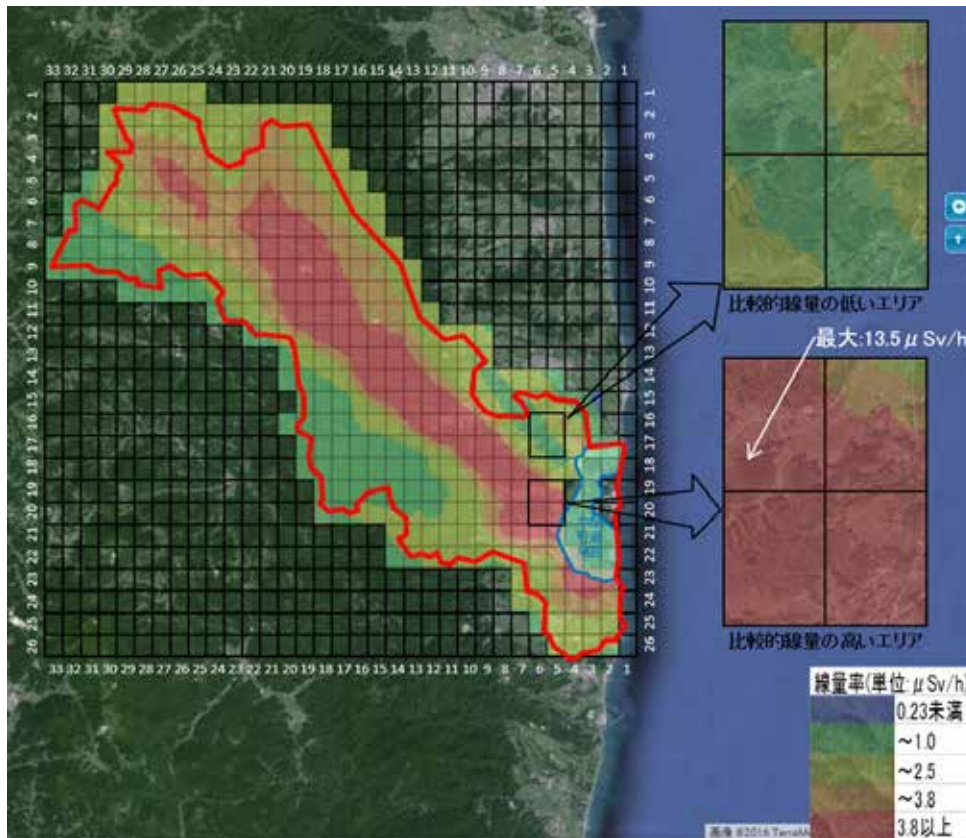
③ 表面汚染の低減係数行列αを掛けて除染後の表面汚染密度S'を求める



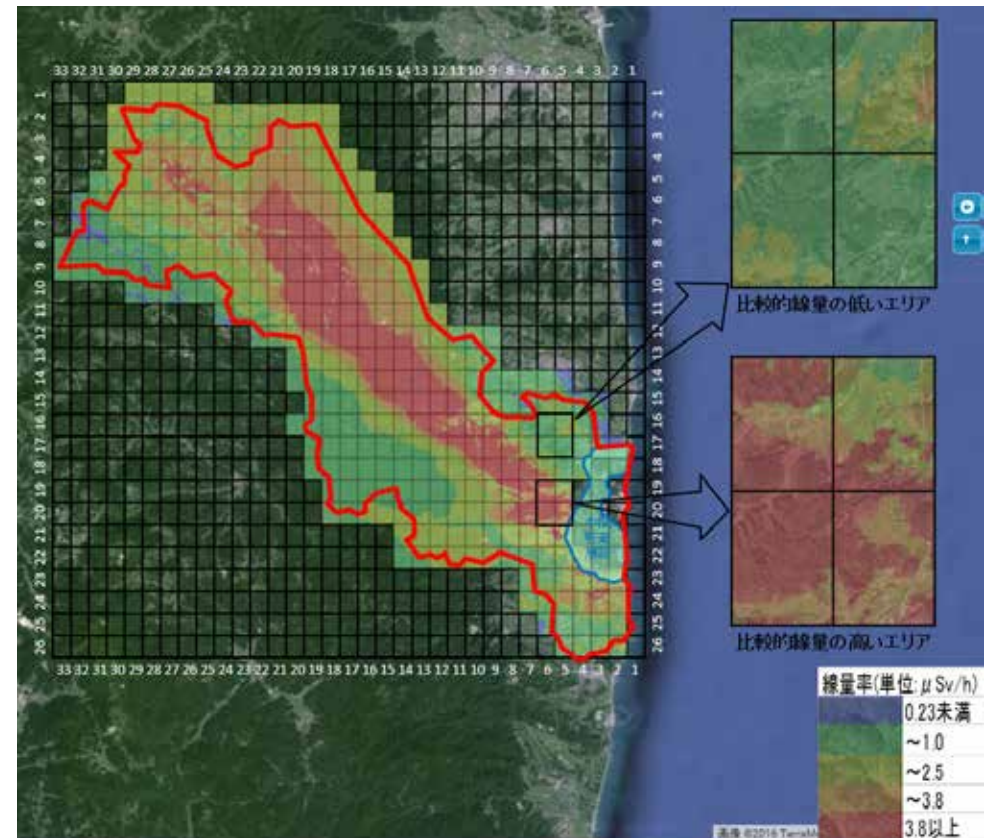
④ 低減した表面汚染密度を使って1m高さの除染後の空間線量率D'を計算する

(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)

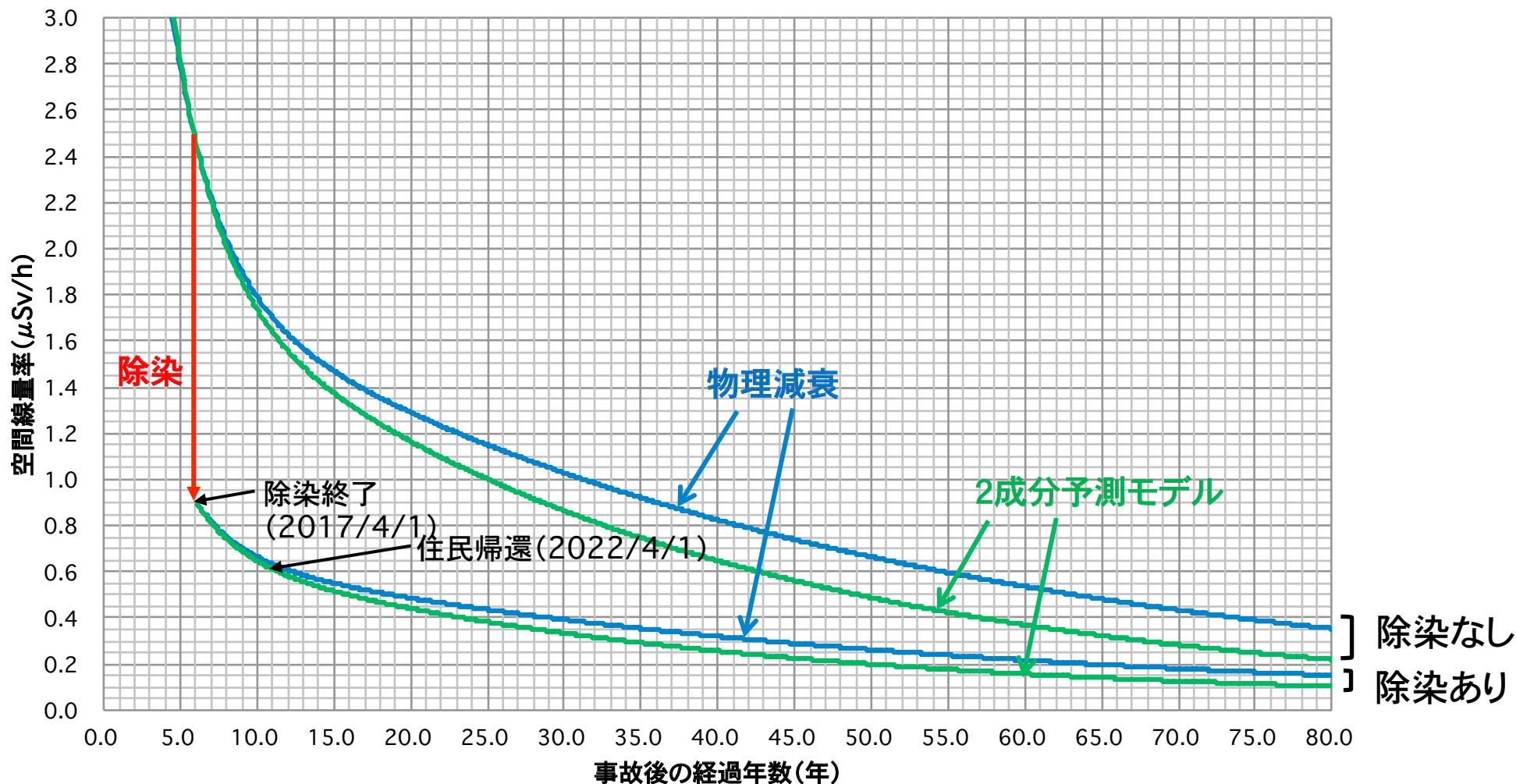


(2) 除染後の予測線量率マップ

(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

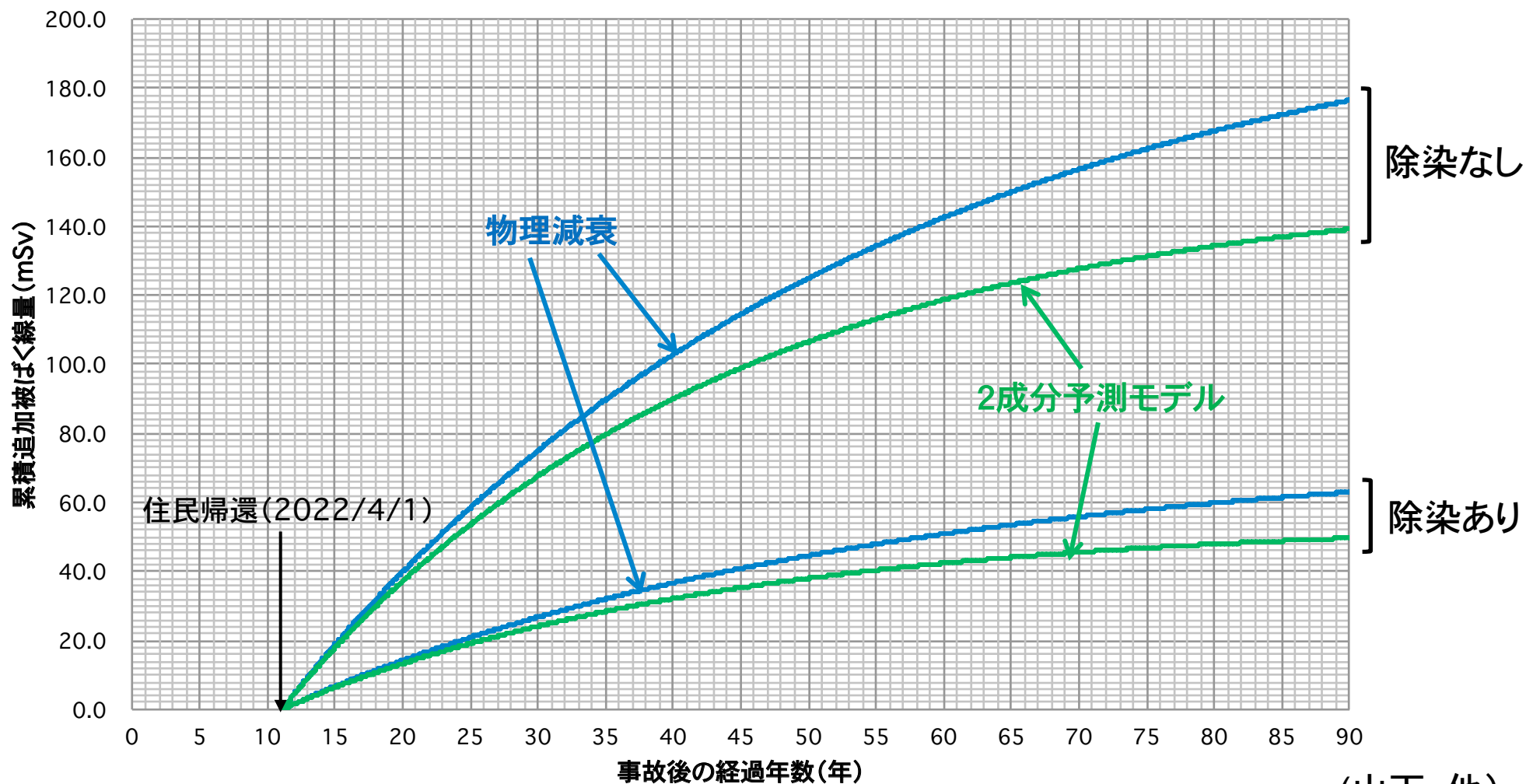
帰還困難区域内の特定の地点を想定



(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
 - c) 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) 放出起源の推定
 - c) 除染シミュレーションと将来予測
4. データの公開

JAEA環境モニタリングデータベース

● 環境モニタリングDBの構築

- ・ 国、自治体、福島県、近隣各県により測定された環境モニタリングデータを集約、一元管理、公開
- ・ 数値データに加え、直観的に理解しやすいマップやグラフの形式で提供

● 一元管理によりネットワーク上に散在するモニタリングデータの逸失を防止し長期にわたり活用可能とする

● 再利用性、相互比較性を高めるため、標準形式に基づくデータを公開

- ・ XML, KML, Json, GeoJson



JAEA 環境モニタリングDBの構成

- ポータル画面において、測定データをカテゴリ別に分類表示
- データ集約画面において、カテゴリ毎に個別の測定結果を概要表示
- 個別データ画面において、数値、マップ、グラフなどニーズに合わせた形式で情報提供



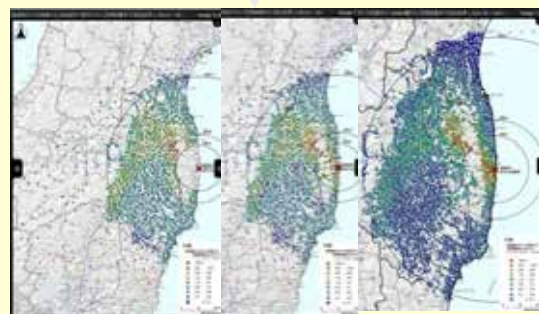
ポータル画面



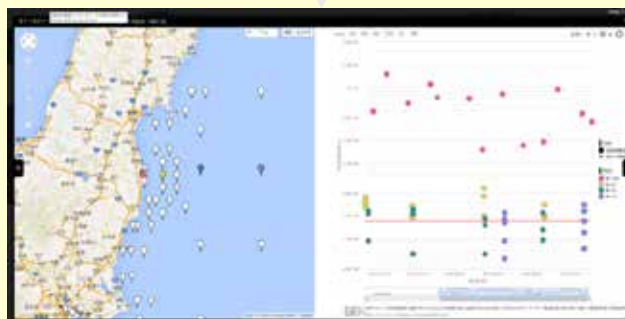
データ集約画面



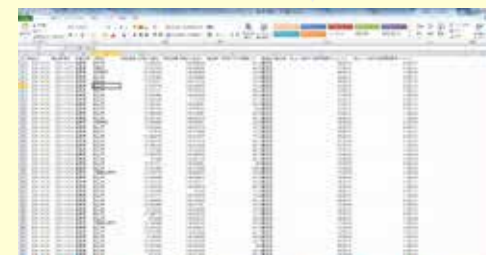
個別データ画面



マップ画面



グラフ画面



数値データファイル (武宮)

JAEA環境モニタリングDBの現状 (1)

● H27年2月に「JAEA」のDBとして公開開始

- ・ <http://emdb.jaea.go.jp>より公開
- ・ 原子力機構トップページ、規制庁環境モニタリングページからもリンク

● 21機関の総計4億7千万点を超える100種類超の測定結果を集約、登録、公開

- ・ 空間線量率測定データ
- ・ 放射性物質沈着量測定データ
- ・ 土壌深度分布データ
- ・ 海域における核種濃度データ
- ・ 陸水域における核種濃度データ
- ・ 大気中の核種濃度データ
- ・ 食品に含まれる核種濃度データ

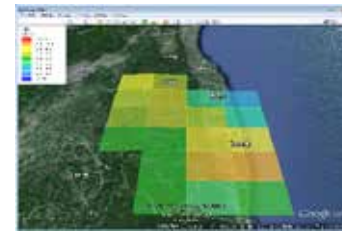


データ種類	データ数
空間線量率の測定結果 約4億6000万	
サーベイメータによる測定結果	202,915
走行サーベイによる測定結果	3,509,137
航空機モニタリングによる測定結果	13,717,630
モニタリングポスト・リアルタイム線量計による測定結果	440,432,055
陸域における放射能濃度の測定結果	約1300万
土壌サンプリング、In Situ測定による表層の測定結果	7,982
航空機モニタリングによる測定結果	12,840,390
スクレイパプレート等による深度分布測定結果	648
陸水域における放射能濃度の測定結果	約3000
河川・湖沼における測定結果	2,495
陸水域における水生生物の測定結果	567
海域における放射能濃度の測定結果 約3万5000	
海水の測定結果	29,905
海底土の測定結果	4,673
海上の塵の測定結果	127
大気中の放射能濃度の測定結果	約1万5000
ダストサンプリング等による測定結果	15,578
食物に含まれる核種濃度の測定結果	約18万4000
飲料水の測定結果	30,507
食品・食料品等の測定結果	153,699

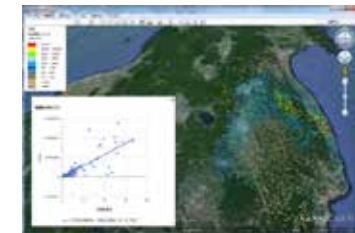
(武宮)

JAEA環境モニタリングDBの現状 (2)

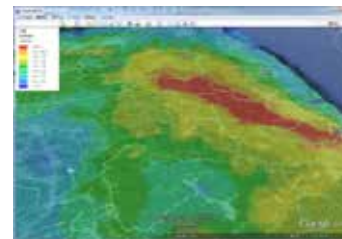
- 利用者自身によるデータ処理を支援するためのツールを公開
 - ・ DBに登録されたデータの分析、マップ化を支援
 - ・ 個人レベルでデータを管理しなくても最新の登録データを自動的に分析可能
 - ・ メッシュ化、内挿、深度分布情報、相関分析情報、経時変化情報、ヒストグラム等の作成が可能
- モニタリングデータに関連する地理空間情報(GIS情報)を集約し、数値データおよびマップとして公開
 - ・ 福島県の土地利用、土壌、植生、標高、気象データを集約、マップ化
 - ・ 今後も河川流域データ等を継続的に公開予定



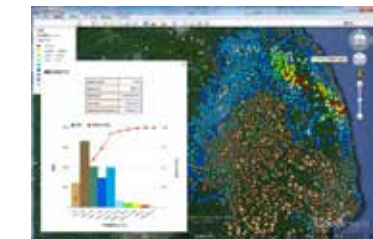
メッシュ作成



相関分析



内挿

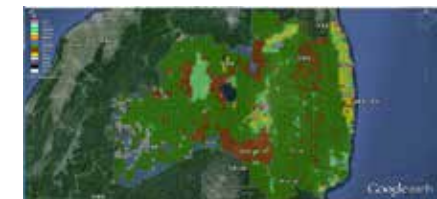


ヒストグラム

データ分析・マップ化支援ツール画面例



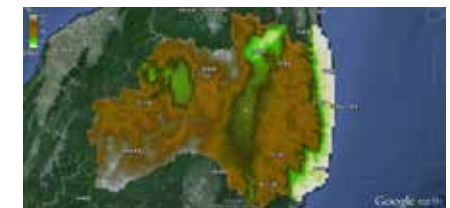
土地利用



土壌



植生



標高

関連GIS情報マップ例



ありがとうございました