

放射線量等分布マップの作成等 に係る検討会報告 (2011.9.13 現在)

検討会主査

中村尚司(東北大学名誉教授)
原子力学会特別シンポジウム

2011. 9. 19

放射性物質の分布状況等に関する調査研究（予算額:6.65億円）

目的

- 文部科学省は、事故発生直後より、限られた数の定点において、緊急的に環境モニタリングを実施。
- その結果を踏まえ、原子力災害対策本部は、4月22日に、「計画的避難区域」等の設定を行うとともに、「環境モニタリング強化計画」を決定し、以降、**文部科学省が各機関の環境モニタリングの取りまとめ機関として明確に位置づけられた。**
- 他方、放射性物質による**住民の健康管理等に必要な放射性物質による影響及び環境への影響を将来にわたり継続的に調査分析する上では、空間放射線量や陸域土壌等における放射性物質の蓄積量について、広範囲な分布状況を、これまでの緊急的なモニタリングに比して、格段に詳細かつ精緻に把握することが不可欠。**
- このため、文部科学省は、**放射線量等分布マップを早期に作成し、これを継続的に更新・充実していくことが必要。**

緊急性

- 周辺住民の被ばく線量の推計に向けて、観察が困難になってきているヨウ素131(半減期8日)の影響を観察するとともに、梅雨を迎える前に、現状における地表面での放射性物質の蓄積状況を早急に確認することが必要。また、今後の農耕地への作付けに向けても早急な対応が必要。**

緊急調査研究の内容(放射線量等分布マップの作成)

担当省庁:文部科学省、農林水産省

文部科学省及び農林水産省は、住民の健康への影響及び環境への影響を将来にわたり継続的に確認するため、これまでの陸上モニタリングや航空機モニタリング等の緊急モニタリングの結果を参考に、**福島県及びその周辺近隣の各県について、放射性物質の蓄積状況の顕著な箇所を中心に、空間線量の測定や、陸域土壌(土壌表面及び土中)及び河川・地下水の採取・分析を実施。**

本結果をもとに、今後の被ばく線量評価や農耕地の作付等に活用される、空間線量率や放射性物質の蓄積状況を詳細に示した**放射線量等分布マップ(「線量測定マップ」「土壌濃度マップ」「農地土壌放射能濃度分布図」)**を作成。

なお、本マップは、**全国の有識者・関係者(日本原子力研究開発機構、放射線医学総合研究所、農業環境技術研究所、日本学術会議、福島県等)の知見を集約し、関係省庁との連携のもと作成。本調査研究終了後、その成果を活かし、文部科学省は放射線量等分布マップを継続的に更新する。**

【実施機関】(独)日本原子力研究開発機構、(独)農業環境技術研究所、(独)放射線医学総合研究所、気象研究所、福島県、栃木県農業試験場、茨城県、群馬県農業技術センター、千葉県、北海道大学、東北大学、福島大学、筑波大学、東京大学、東京工業大学、首都大学東京、学習院大学、金沢大学、大阪大学、京都大学、広島大学、岡山理科大学、宮崎大学、(財)日本分析センター、(財)日本地図センター ※そのほか、協力機関として気象研が参加

【放射線量等分布マップ】



【線量測定マップ】



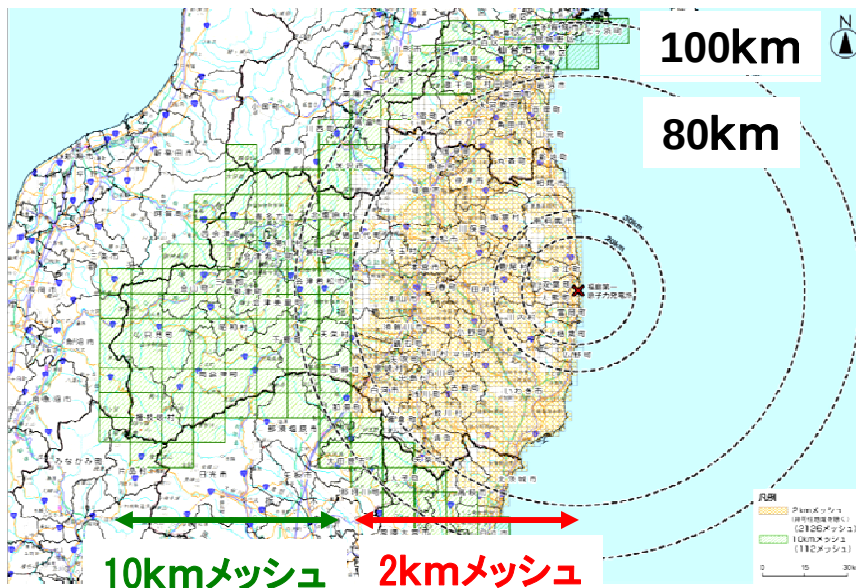
【土壌濃度マップ】 2

1. 放射線量等分布マップ作成(全体概要)

1. 1 実施内容

- 文部科学省は、住民の健康への影響及び環境への影響を将来にわたり、継続的に確認するため、これまでの陸上モニタリングや航空機モニタリング等のモニタリング結果を参考に、福島県及びその近隣の各県について、空間線量率の測定や、地表面への放射性物質の蓄積状況の確認に向けた詳細な調査を実施。
- 測定箇所は、東京電力(株)福島第一原子力発電所から **80kmまでの範囲を2kmメッシュ、80～100kmの範囲を10kmメッシュとして調査を実施。**
(県や地方自治体からの要望で調査箇所は、一部変更あり)

●土壌採取地点:約2,000箇所



●実施機関

- ・委託先:(独)日本原子力研究開発機構
- ・再委託先:東京大学、大阪大学、筑波大学、福島大学、北海道大学、金沢大学、(財)日本分析センター、(財)日本地図センター、東北大学、宮崎大学、大阪電気通信大学、立教大学、九州大学、佐賀大学、信州大学、新潟大学、日本大学、高エネルギー加速器研究機構、(独)理化学研究所、東京工業大学、京都大学、広島大学
- ※そのほか、土壌調査に、全国の原子力関係の研究者が協力

●実施期間

- ・6月6日開始
- ・8月2日に線量測定マップ公開、
- ・8月下旬に土壌濃度マップを作成し、公表予定

1. 1 放射線量等分布マップ作成（土壌調査の状況）

1. 1 土壌調査の概要

○東京電力(株)福島第一原子力発電所事故で放出された放射性物質の土壌への詳細な蓄積量を把握するため、福島第一原子力発電所から80kmまでの範囲を2kmメッシュ、80～100kmの範囲を10kmメッシュに区切り、それらの可住地から1箇所を選定し、各箇所5地点の土壌を採取。

○採取された土壌は、全国20機関以上の研究機関、分析機関に送付され、ゲルマニウム半導体検出器で核種分析を実施。



1. 1. 1 土壌調査の進捗状況

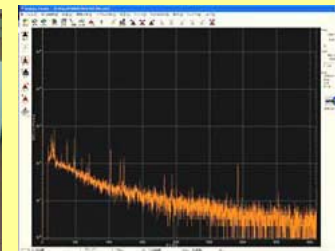
- 6月4日～5日まで、土壌調査事前訓練を実施。
- 6月6日～14日まで、マップ作成検討会で定めた調査手法に基づき、第1次調査を実施。
- 6月27日から、第2次調査を開始し、7月4日に終了。
地震等の影響で土壌採取できない箇所等があったことから、合計約2,000箇所です土壌を採取。

1. 2 放射線量等分布マップ作成（核種分析の状況）

1. 2 核種分析の進捗状況

○6月6日から、土壌試料について、マップ作成検討会で定めた分析手法に基づき、分析を開始。分析の分担は、(財)日本分析センターが約4,400サンプル、大学側の分析分担は約6,600サンプル。（最終的な試料数については精査中）。分析を終了したものの中から、5%程度の試料についてクロスチェックを実施。

○現在、全ての土壌試料について、概ね分析を終了し、現在、クロスチェック解析を実施中。



（測定結果イメージ）

No.	試料採取日	地点番号	測定日	γ線スペクトロメトリー					
				^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	^{136}Cs	$^{129\text{m}}\text{Te}$
1596	23. 6. 8	8N62	1 23. 6. 22 15:48	<21 8.4 ± 6.8	3100 ± 30	3300 ± 30	—	—	—
1597			2 23. 6. 22 17:10	<17 15 ± 5.4	2000 ± 30	2200 ± 20	—	—	—
1598			3 23. 6. 22 18:21	<20 0.64 ± 6.2	2600 ± 30	2900 ± 30	—	—	—
1599			4 23. 6. 23 09:13	<14 -1.5 ± 4.4	1400 ± 20	1500 ± 20	—	—	290 ± 96
1600			5 23. 6. 23 10:30	<17 4.5 ± 5.3	2000 ± 20	2300 ± 20	—	—	—

→ クロスチェック終了後、検討会において、測定結果の妥当性を確認するとともに、マップ化に向けて代表値の決定方法(算術平均で良いか)、測定誤差の取扱いについて検討(8月下旬を公表目標)

1. 3 放射線量等分布マップ作成（空間線量率測定）

1. 3 空間線量率測定の測定

①土壌調査地点における空間線量率測定

○東京電力(株)福島第一原子力発電所から概ね100 k m圏内の約2,000箇所において土壌採取地点で地表面から1 mの空間線量率の測定を実施。

1. 3. 1 現在の進捗状況(①土壌調査地点における空間線量率測定)

○6月4日～5日まで、土壌調査事前訓練時に、空間線量率の測定方法の確認を実施。

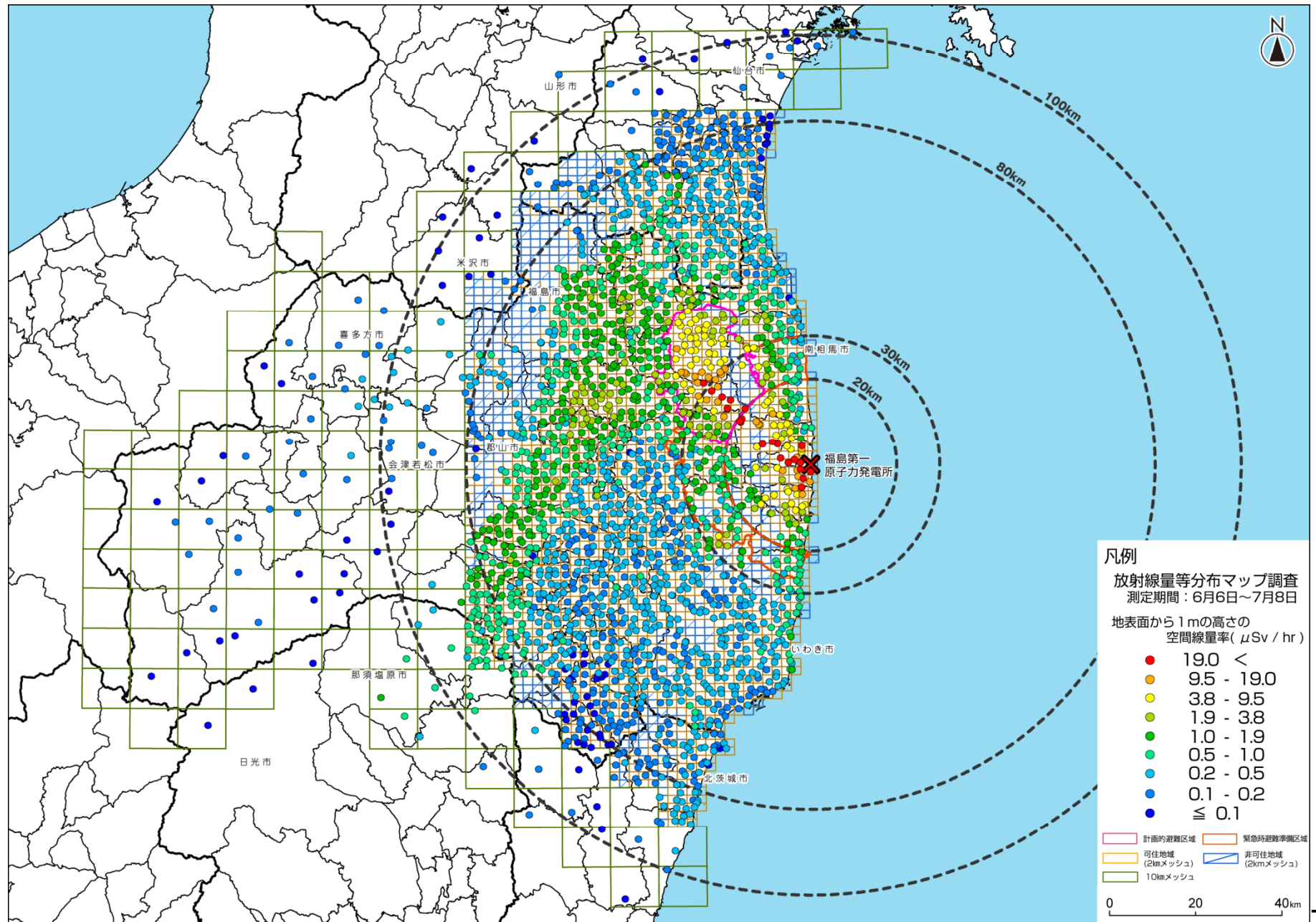
○6月6日から、土壌調査箇所で1点、空間線量率を測定。(6月13日で第1次調査を終了)

○その後、6月27日から、第2次調査を開始し、7月7日に全ての地点について測定終了。

○土壌調査地点における空間線量率の測定結果については、位置情報(GPSの読み値)と測定箇所の妥当性の確認を現在実施しており、並行して、各地点における測定値に異常値がないか確認。

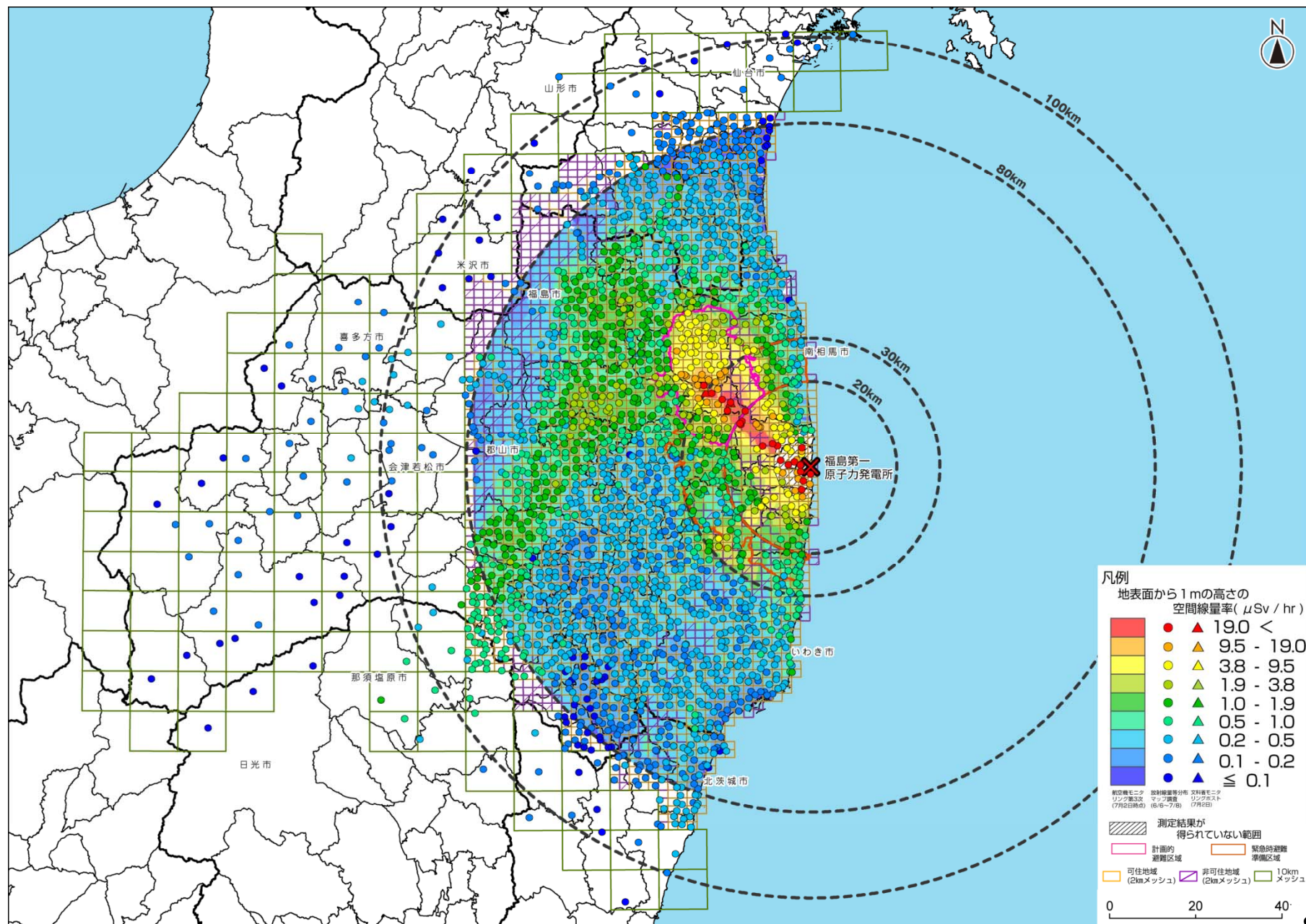
○8月2日の「放射線量等分布マップの作成等に係る検討会」の妥当性の最終確認を実施、同日公表。

1.3 放射線量等分布マップ作成(空間線量率測定:土壌採取地点における線量測定マップ)(参考)



1.3 放射線量等分布マップ作成(空間線量率測定:航空機モニタリングの結果 及び文部科学省が実施しているモニタリングとの比較

(参考)



1. 3 放射線量等分布マップ作成（走行サーベイ）

1. 3 空間線量率測定の測定

②走行サーベイ

○東京電力(株)福島第一原子力発電所から概ね100km圏内の国道や県道等について、車内に搭載したNaIシンチレータ型サーベイメーターと接続したKURAMA (Kyoto Univ. Radiation Mapping System)システムを用いて、道路上及びその周辺における、地表から1mの高さの空間線量率を測定。

1. 3. 1 現在の進捗状況(②走行サーベイ)

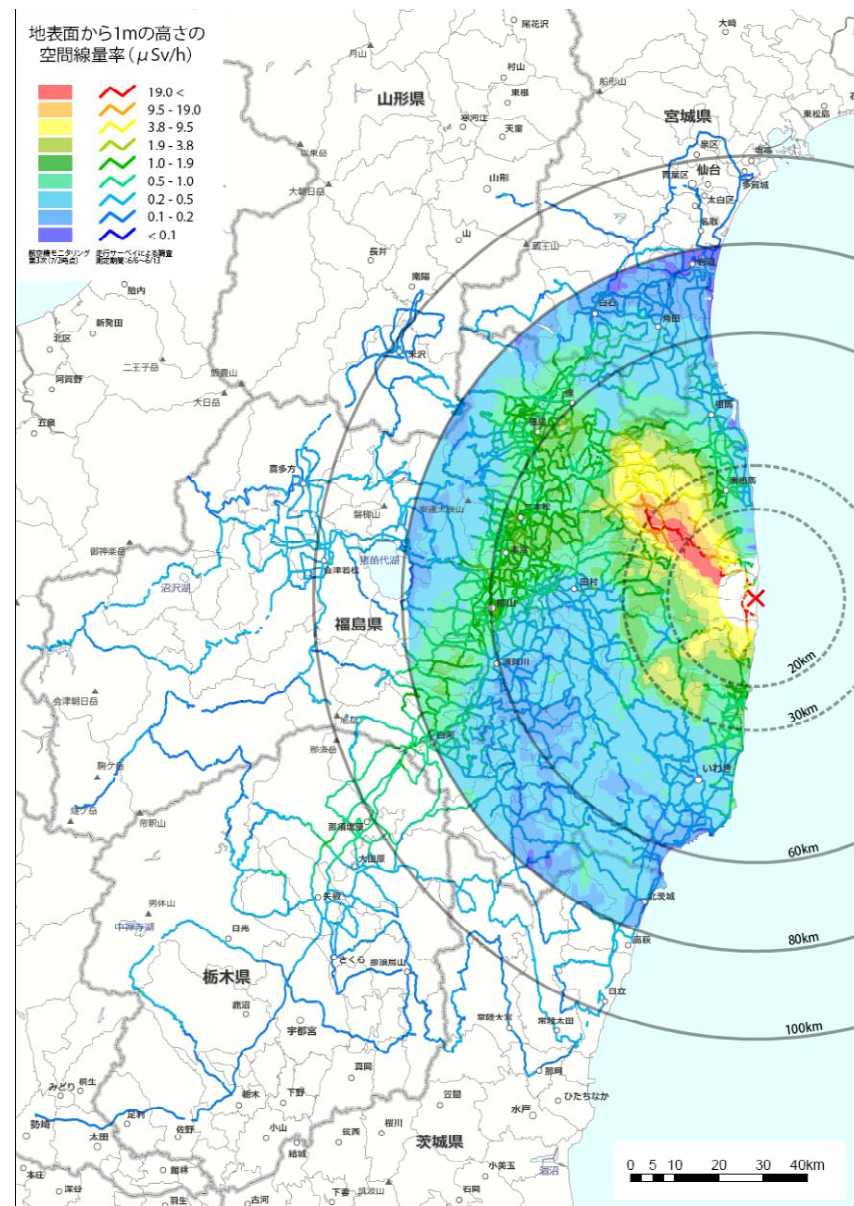
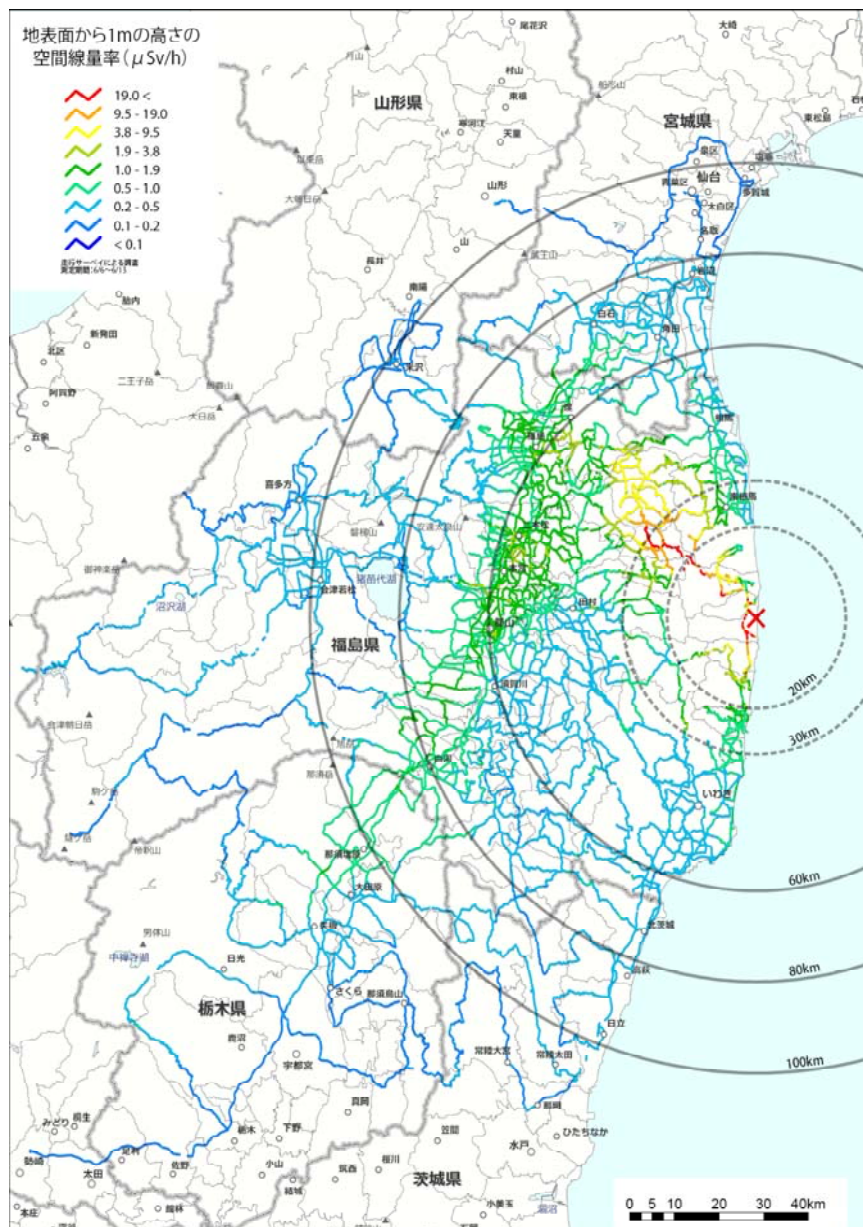
○6月4日～5日まで、土壌調査事前訓練時に、走行サーベイの事前訓練を実施。

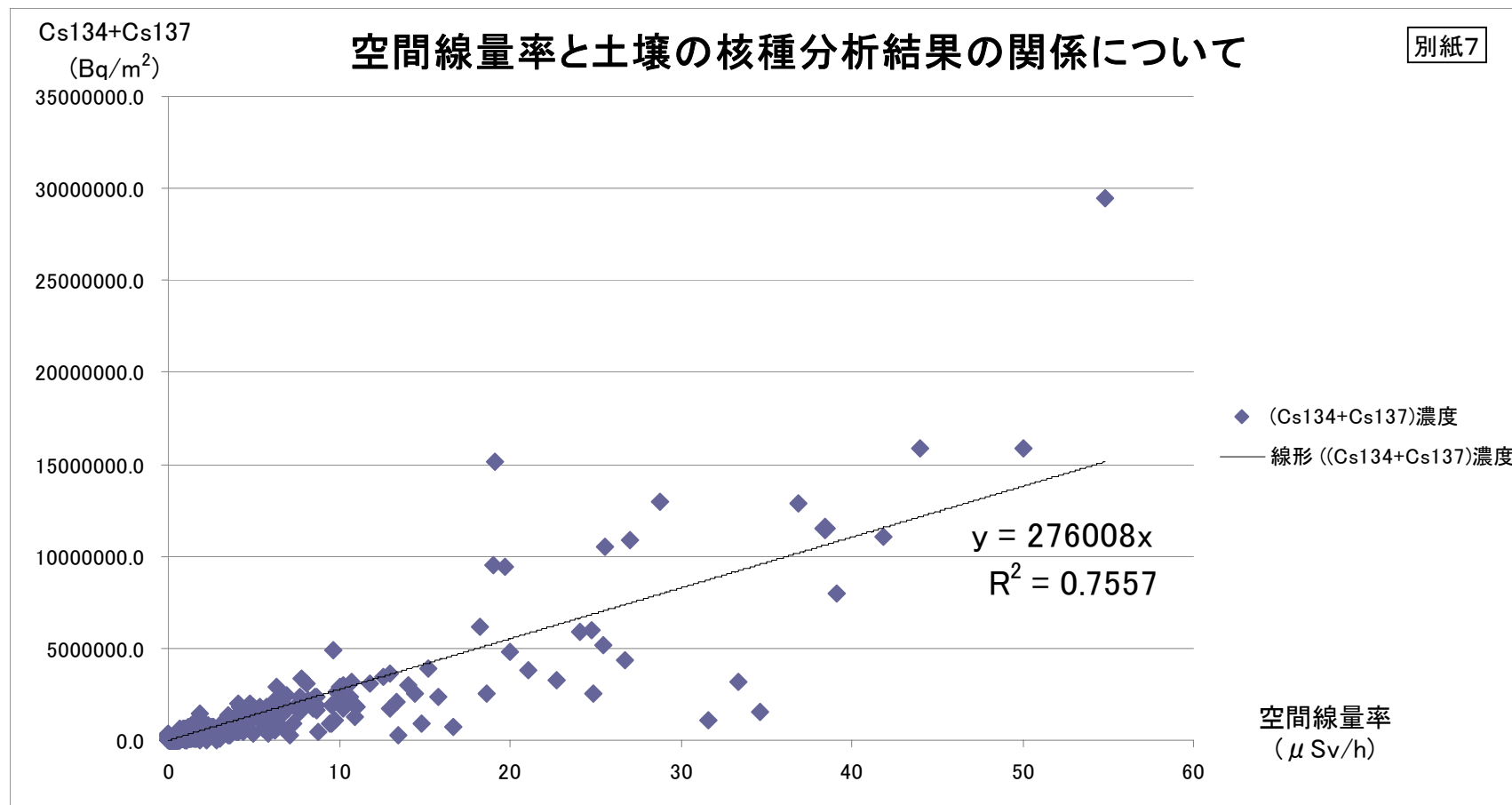
○6月6日から、6月13日まで本格実施。（約1.7万kmについて走行サーベイを実施）。

○その後、低線量域から、高線量域までの広い範囲を選択し、車内の測定値を車外の地上1mの線量率に変換する補正係数を用いて、走行サーベイ結果について、補正。

○ 8月2日の「放射線量等分布マップの作成等に係る検討会」において、補正係数の妥当性の最終確認が行われ、同日公表。

1. 3. 1 放射線量等分布マップ作成(走行サーベイ)福島第一原子力発電所から100km 圏内及びその圏外の福島県における走行サーベイマップ (参考)





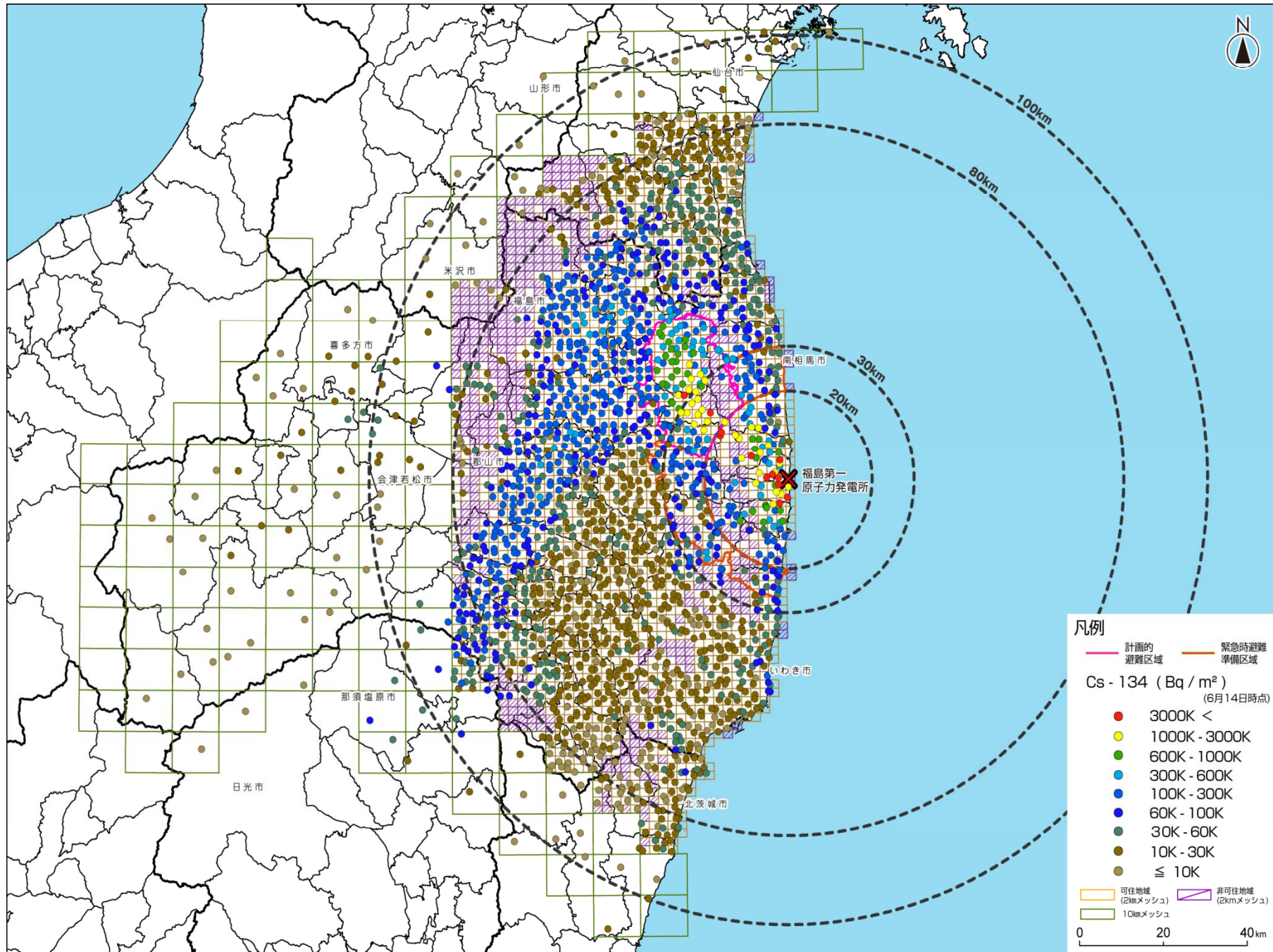
1.3.1 放射線量等分布マップ作成(走行サーベイ:航空機モニタリング結果との比較)

(参考)

土壌 試料	分析 実施 機関	空間 線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	試料番号	Cs134濃度 (Bq/km^2)	Cs137濃度 (Bq/km^2)	ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ測定の結果と土壌の核種分析 結果の算出平均値の比較	
						Cs134濃度比	Cs137濃度比
サンプル ①	大学	1.52	サンプル①-1	2.12E+11	2.18E+11		
			サンプル①-2	2.16E+11	2.17E+11		
			サンプル①-3	1.40E+11	1.41E+11		
			サンプル①-4	1.58E+11	1.61E+11		
			サンプル①-5	1.60E+11	1.64E+11		
			算術平均	1.77E+11	1.80E+11	0.92	0.86
			in-situ分析結果	1.93E+11	2.10E+11		
サンプル ②	日本 分析 セン ター	2.15	サンプル②-1	5.92E+11	6.82E+11		
			サンプル②-2	2.09E+11	2.43E+11		
			サンプル②-3	1.96E+11	2.22E+11		
			サンプル②-4	6.23E+11	7.12E+11		
			サンプル②-5	2.97E+11	3.53E+11		
			算術平均	3.83E+11	4.42E+11	1.89	2.01
			in-situ分析結果	2.03E+11	2.20E+11		
サンプル ③	大学	1.44	サンプル③-1	1.71E+11	1.64E+11		
			サンプル③-2	2.21E+11	2.17E+11		
			サンプル③-3	6.83E+10	5.88E+10		
			サンプル③-4	2.12E+11	2.01E+11		
			サンプル③-5	1.58E+11	1.50E+11		
			算術平均	1.66E+11	1.58E+11	0.79	0.69
			in-situ分析結果	2.11E+11	2.29E+11		
サンプル ④	大学	0.24	サンプル④-1	3.57E+10	4.00E+10		
			サンプル④-2	3.79E+10	4.02E+10		
			サンプル④-3	3.04E+10	3.34E+10		
			サンプル④-4	3.08E+10	3.26E+10		
			サンプル④-5	3.39E+10	3.69E+10		
			算術平均	3.37E+10	3.66E+10	0.99	0.97
			In-situ分析結果	3.42E+10	3.76E+10		
サンプル ⑤	大学	0.3	サンプル⑤-1	3.47E+10	3.83E+10		
			サンプル⑤-2	3.95E+10	4.20E+10		
			サンプル⑤-3	3.15E+10	3.38E+10		
			サンプル⑤-4	3.77E+10	4.01E+10		
			サンプル⑤-5	2.42E+10	2.85E+10		
			算術平均	3.35E+10	3.65E+10	0.95	0.95
			in-situ分析結果	3.52E+10	3.83E+10		
サンプル ⑥	日本 分析 セン ター	0.56	サンプル⑥-1	8.20E+10	9.04E+10		
			サンプル⑥-2	6.96E+10	7.72E+10		
			サンプル⑥-3	8.89E+10	9.65E+10		
			サンプル⑥-4	6.48E+10	7.32E+10		
			サンプル⑥-5	1.05E+11	1.21E+11		
			算術平均	8.21E+10	9.17E+10	1.05	1.07
			in-situ分析結果	7.84E+10	8.53E+10		
サンプル ⑦ (8S52)	日本 分析 セン ター	0.44	サンプル⑦-1	4.37E+10	5.28E+10		
			サンプル⑦-2	4.10E+10	4.64E+10		
			サンプル⑦-3	3.69E+10	4.15E+10		
			サンプル⑦-4	4.22E+10	4.80E+10		
			サンプル⑦-5	5.88E+10	6.94E+10		
			算術平均	4.45E+10	5.16E+10	1.09	1.17
			in-situ分析結果	4.09E+10	4.43E+10		

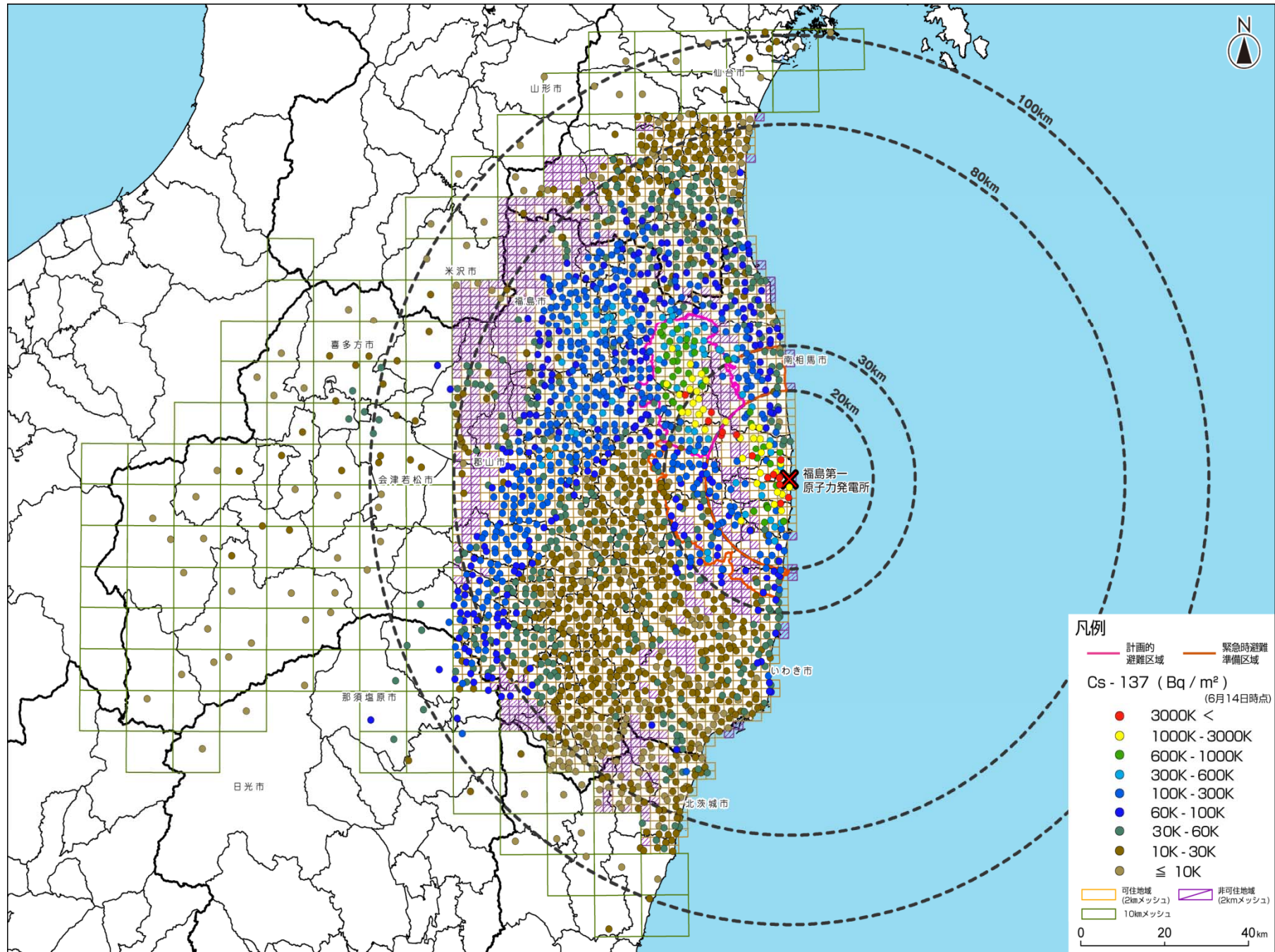
セシウム134の土壌濃度マップ

別紙4-1

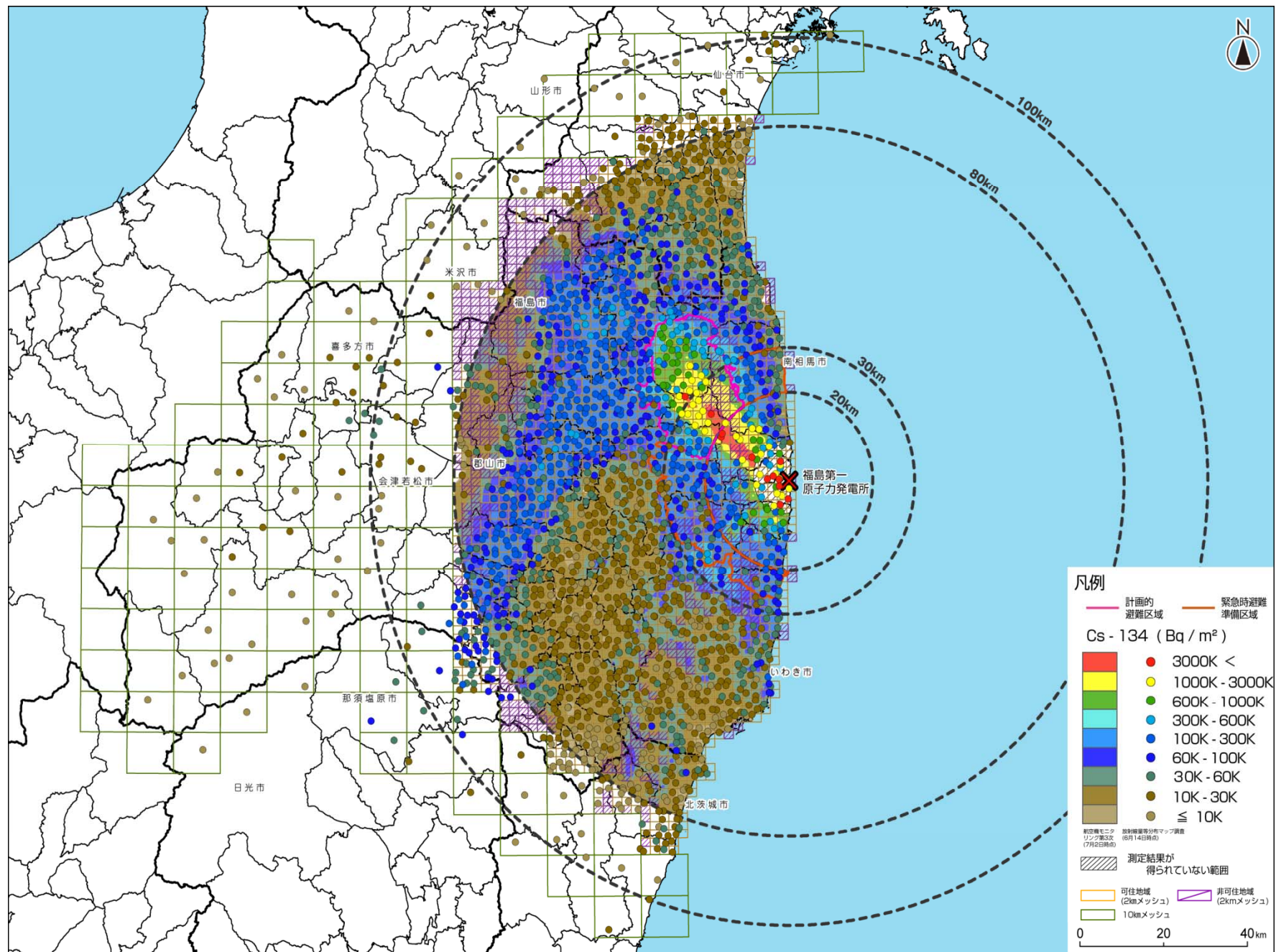


セシウム137の土壌濃度マップ

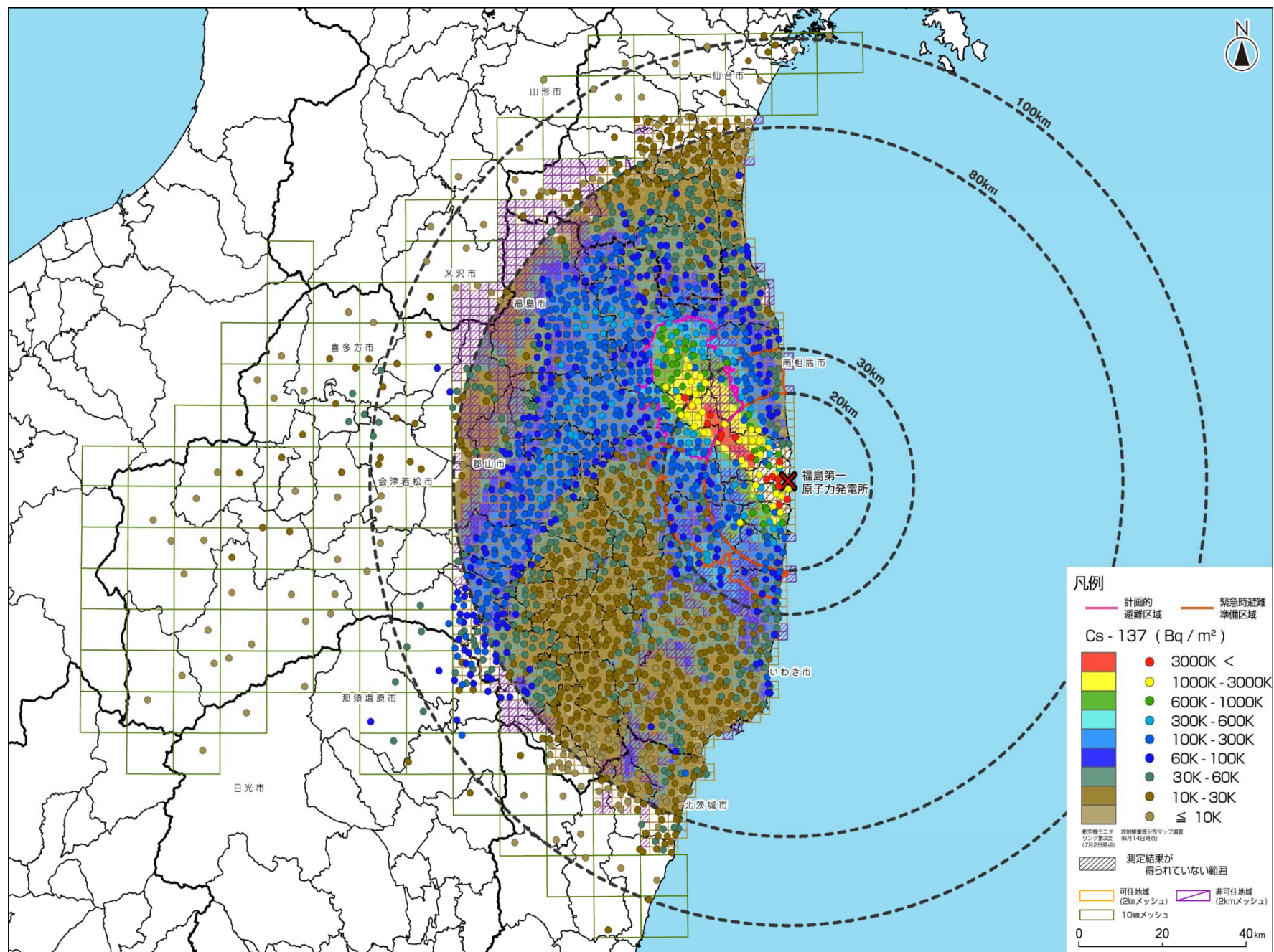
別紙4-2



第3次航空機モニタリング結果とセシウム134の土壌濃度マップの比較について 別紙 6



第3次航空機モニタリング結果とセシウム137の土壤濃度マップの比較について 別紙 6



2 放射線量等分布マップ作成（マップ関連研究）放射性物質の移行状況調査

2. マップ関連研究の概要

- 住民の健康への影響及び環境への影響を将来にわたり継続的に確認するため、現時点における福島県及びその近隣県における線量測定マップ及び土壌濃度マップを作成するとともに、福島第一原子力発電所周辺環境に特有な放射性物質の移行形態の把握のため、現時点における陸域土壌の深さ方向への移行調査及び河川・地下水への放射性物質の移行状況の確認を実施。
- また、地元住民や世界中の研究者の利用ニーズに対応したデータベースを作成し、公開する。

マップの作成

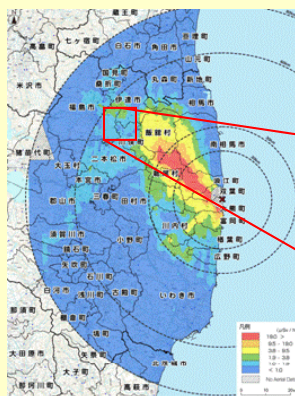
放射線量等分布マップの作成(深さ5cm土壌)

【土壌採取/大阪大学、JAEA、東京大学、日本分析センター】

【分析/日本分析センター、東京大学】

農地土壌放射能濃度分布図作成(農地土壌、攪拌有り)

【農業環境技術試験場、各県の農業技術試験場】



①放射線量等分布マップ
における土壌狭域内分布
の確認



【JAEA、北海道大学、金沢大学】

マップ
作成手法
の検証



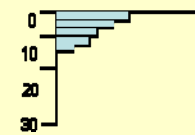
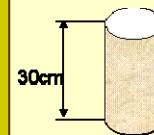
マップ
関連調査
の進捗
管理

⑤ 放射線量等データベースの作成 【JAEA】

【文部科学省】

マップ関連調査

②土壌中における深さ方向の放射性
物質分布の確認(網羅的調査)



【硬土壌:大阪大学、軟土壌:JAEA】

③河川、地下水、その他核種分析調査
(網羅的調査)【日本分析センター】

④土壌に蓄積した放射性物質の移行
調査(大規模循環モデル調査)

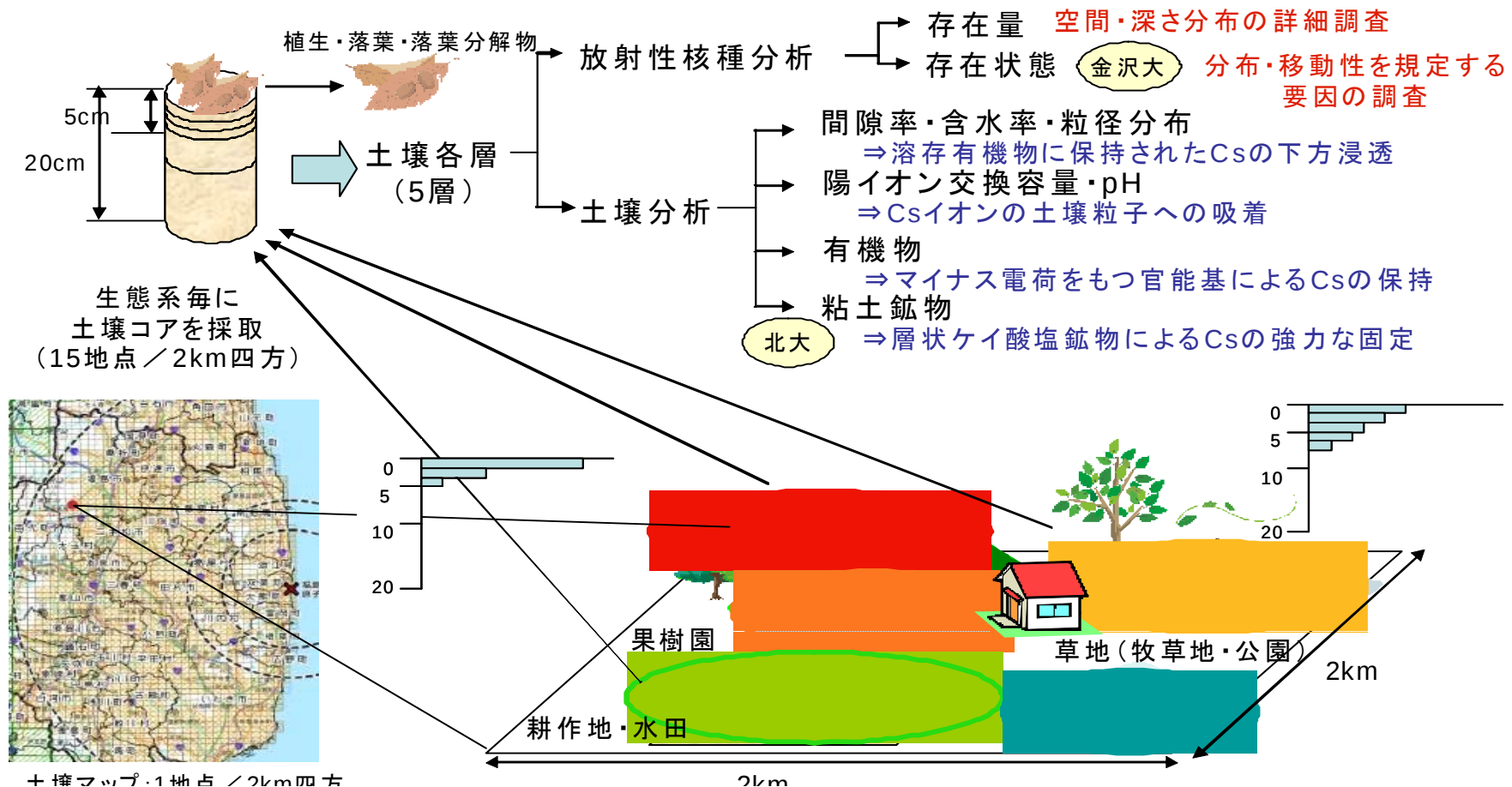


【筑波大学、東京工業大学、京都大学、広島大学】

2. 1 マップ関連研究（放射性物質の分布状況のバラツキの検証）

2.1 放射性物質の分布状況のバラツキの検証

- 1つのメッシュの2km四方内においても、人間生活に密接に関わりがある様々な生態系があるため、放射性物質の分布は異なる。（チェルノブイリ等の既往研究）
- そこで、様々な生活環境を有する2km四方のモデル地域を選定し、この区画から生態系の異なる箇所の土壌を採取・分析し、土壌表面における放射性物質の蓄積状況のバラツキを確認するとともに、そのバラツキに影響を及ぼしうる土壌の物理・化学的特性を明らかにする。



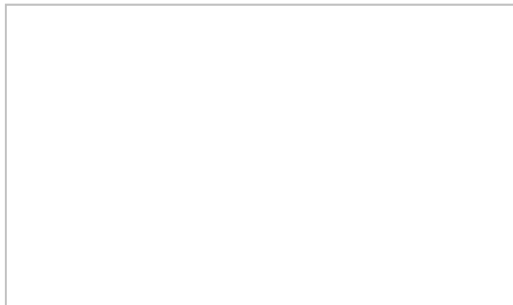
2.2 マップ関連研究(深さ30cmの土中における放射性部室の分布状況の確認)(硬い土壌)

2.2 深さ30cmの土中における放射性物質の分布状況の確認(硬い土壌) 概要

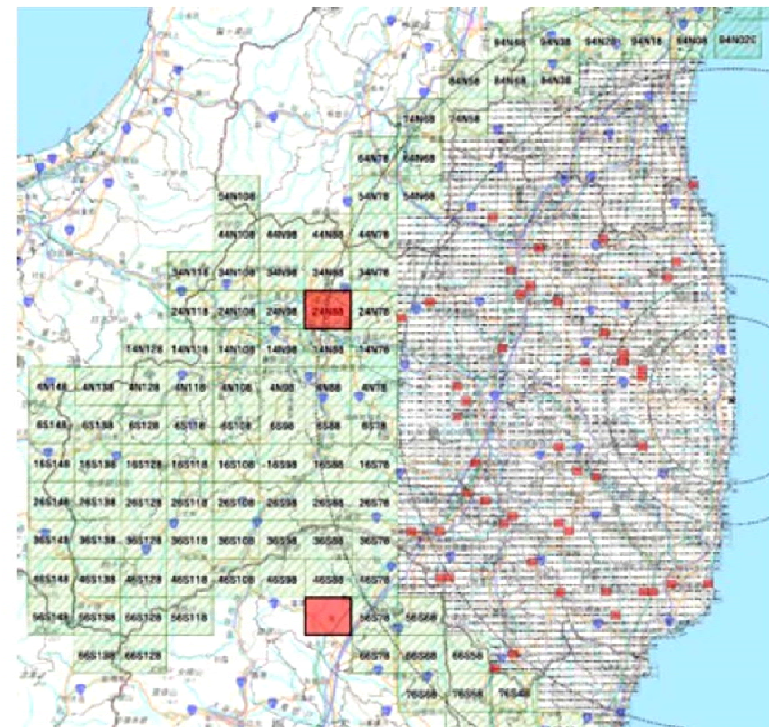
○福島第一原子力発電所から放出された放射性物質の土中への移行状況を確認するため、深さ30cmの土壌(硬い土壌)を鉄パイプ状の採土器を用いて300本採取し、土中における放射性物質(放射性セシウム)の深さ分布状況を確認する。

(実施手法)

○鉄パイプに土壌が入っている状態で5mmステップで動かしながら、ゲルマニウム半導体検出器でガンマ線の強度を測定。



《採取地点》



2. 2. 1 現在の進捗状況

○現在、土壌採取は全て終了し、核種分析を実施中

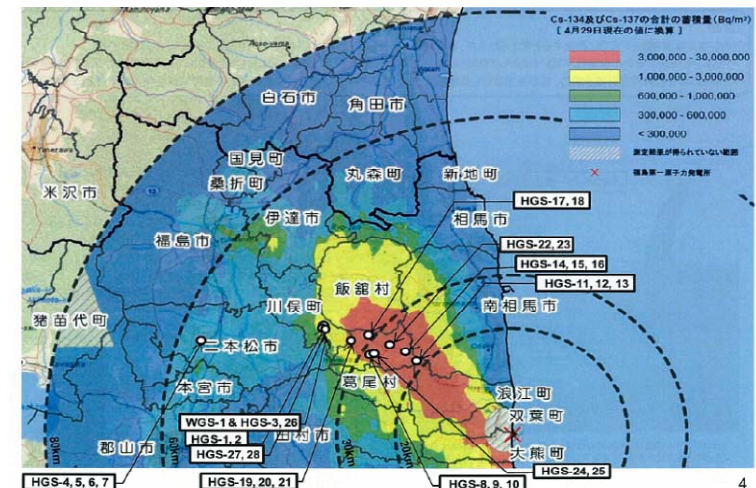
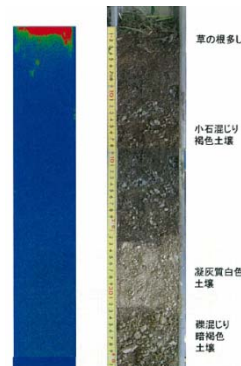
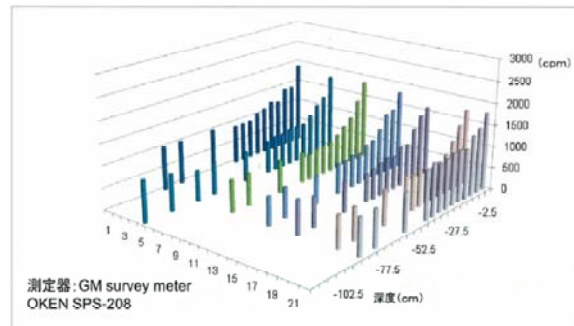
2.2 マップ関連研究(深さ30cmの土中における放射性部室の分布状況の確認)(柔らかい土壌)

2.2 深さ30cmの土中における放射性物質の分布状況の確認(柔らかい土壌)概要

○福島第一原子力発電所から放出された放射性物質の土中への移行状況を確認するため、柔らかい土壌について採取可能なジオスライサーを用いて、21箇所の土壌を採取し、土中における放射性物質(放射性ヨウ素、セシウム)の深さ分布状況を確認する。

(実施概要)

- ①ジオスライサーを用いて土壌サンプルを取得
- ②取得した土壌サンプルに対して以下を実施。
 - ・イメージングプレートを用いた平面状の放射性物質分布の測定
 - ・サーベイメータによる放射線測定(5cm×5cmメッシュ)
 - ・ゲルマニウム半導体検出器を用いた核種分析(0～10cmは2cm間隔、10～30cmは4cm間隔、30～100cmは10cm間隔)



2. 2. 1 現在の進捗状況

○現在、土壌採取は全て終了し、核種分析を実施中

2.3 マップ関連研究(河川・地下水内における放射性物質の状況確認) ①河川水

2.3 河川・地下水内における放射性物質の状況確認の概要

○地表面に蓄積した放射性物質の河川、地下水への移行を確認するため、これまでの陸上モニタリングや航空機モニタリングの結果を参考に、**放射性物質の蓄積量が大きな箇所における河川や地下水内に含まれた放射性物質の蓄積量を確認する。**なお、放射性物質の蓄積量における変化を確認するため、**時期をおいて2回採取し、地表面から移行した放射性物質の移行状況を確認する。**

① 河川水

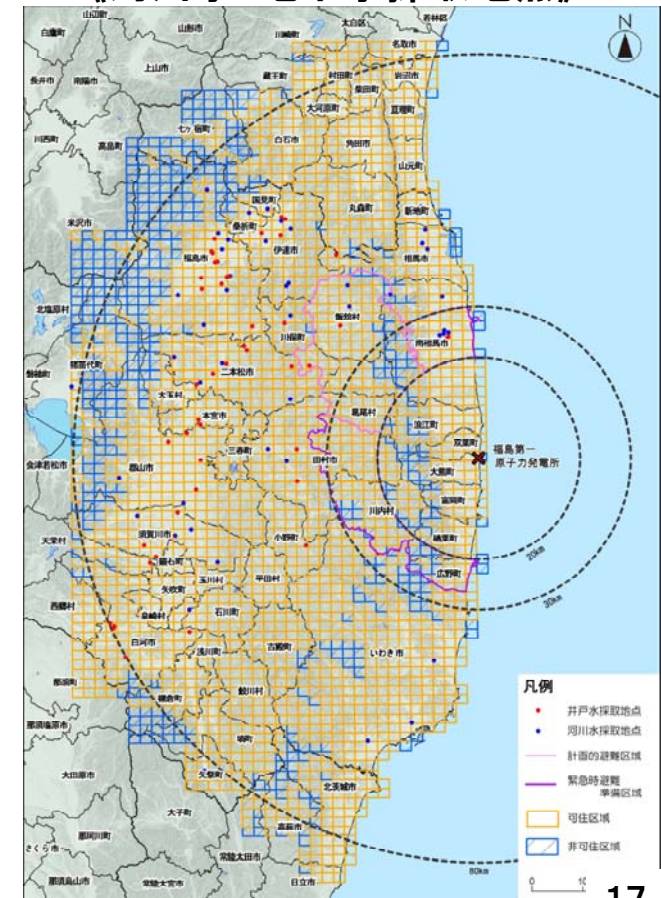
(1)ヨウ素131及びセシウム134・137

- ・採取場所:流量観測所10箇所を含む50箇所
- ・試料数及び採取量:50試料、40リットル
- ・分析方法:2リットルマリネリビーカー→Ge半導体検出器で8時間測定
- ・検出限界値:0.1ベクレル/リットル

(2)ストロンチウム89・90、プルトニウム分析

- ・採取場所と試料数:流量観測所を含む10箇所(Sr-89、90)
- ・試料数及び採取量:10試料、40リットル
- ・分析方法:採取容器に酸→濃縮→化学分離→ β 線測定
- ・検出限界値:ストロンチウム90で0.5ミリベクレル/リットル(Pu)
- ・試料数及び採取量:10試料、100リットル
- ・分析方法:鉄共沈→化学分離→アルファ線測定
- ・検出限界値:0.02ミリベクレル/リットル

《河川水・地下水採取地点》



2.3 マップ関連研究(河川・地下水内における放射性物質の状況確認) ②地下水他

② 地下水

(1)ヨウ素131及びセシウム134・137

- ・採取場所:既存の井戸50箇所
- ・試料数及び採取量:50試料、40リットル
- ・分析方法:2リットルマリネリビーカー→Ge半導体検出器で8時間測定

(2)ストロンチウム89・90分析

- ・採取場所:既存の井戸5箇所
- ・試料数及び採取量:5試料、40リットル
- ・分析方法:採取容器に酸→濃縮→化学分離→ β 線測定

③ 河底土

(1)ヨウ素131及びセシウム134・137

- ・採取場所:河川水のストロンチウム89・90の採取場所10箇所
- ・試料数及び採取量:
10試料、200グラム(移植ごてにより表面、1センチメートルを採取)
- ・分析方法:
その場で実験用の用紙に水分を吸収→U8→Ge半導体検出器で1時間測定
(粒度分布も測定)

④ 浮遊砂

(1)ヨウ素131及びセシウム134・137

- ・採取場所:流量観測所を含む10箇所
- ・試料数及び採取量:10試料、1か月分
- ・分析方法:容器内で浮遊砂を沈降→U8→Ge半導体検出器で1時間測定



2.4 マップ関連研究（放射性物質の大規模循環の包括的調査）

2.4 放射性物質の大規模循環の包括的調査の概要

○福島第一原子力発電所周辺における地表面や森林に蓄積した放射性物質の今後の変化を予測するため、モデル地区を設け、森林や土壌からの巻き上げ、土壌表面から地下水、河川への移行、河川から土壌表面への再移行について、一連の放射性物質の大規模循環を包括的に調査し、土壌表面における放射性物質の蓄積予測のための基礎データを得る。

○調査地点

川俣町 山木屋地区
(計画的避難区域)



○調査概要

- ・放射性物質の付着した水・土壌の移動量、河川・湖沼への流入量の連続モニタリング
- ・森林を含む様々な土地利用からの放射性物質の再飛散量の測定
- ・表層土壌をはぎとった水田や水稻からの河川への放射性物質の移行調査
- ・牧草などの植生への放射性物質の移行量調査



イメージと役割分担

