

放射性物質の第 2 次分布状況調査 の結果について

文部科学省原子力災害対策支援本部

モニタリング班



平成 24 年 9 月 12 日

走行サーベイによる連続的な 空間線量率の測定結果（平成 24 年 3 月時点）について

昨年 12 月 6 日から実施してきました、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の第 2 次分布状況等調査のうち、昨年 12 月期に実施した走行サーベイを補完するために平成 24 年 3 月期から実施してきた走行サーベイの測定結果がまとまりましたので、お知らせします。なお、本測定結果は、放射線量等分布マップ拡大サイトにおいて、空間線量率の詳細な分布状況が確認できるようになります。

1. 今回の調査目的

文部科学省では、地表面に沈着した放射性物質による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、梅雨が本格化し、土壌の表面状態が変化する前の時点（昨年 6 月期）において、東京電力(株)福島第一原子力発電所から概ね 100km 圏内及びその圏外の福島県について、走行サーベイによる空間線量率の連続的な測定^{※1}（以下、「第 1 次走行サーベイ」と言う）を実施したほか、事故の全体像の把握や被ばく線量評価のための基礎情報を収集するため、第 4 次航空機モニタリングの測定結果（昨年 11 月 5 日換算）から年間 1 mSv に相当するような比較的、空間線量率が高い地域（ $0.2 \mu\text{Sv/h}$ 相当）を中心に、昨年 12 月から走行サーベイによる連続的な空間線量率の測定（以下、「第 2 次走行サーベイ」と言う）を実施した。

その結果、広範な地域（茨城県、岩手県、神奈川県、群馬県、埼玉県、千葉県、栃木県、東京都、福島県、宮城県、山梨県）を対象に、積雪期前の昨年 12 月時点の道路上の空間線量率の分布状況について確認することができた。

他方で、第 2 次走行サーベイでは、各市町村から要望があった全ての道路をカバーすることができなかった他、一部の地域で積雪があったため、これらの地域では空間線量率の分布状況を把握することができなかった。

そこで、今回の調査では、各市町村の要望を考慮するとともに、第 2 次走行サーベイにおいて、降雪等に伴い、空間線量率の分布状況を把握できなかった地域について、各市町村の協力を得て追加的に走行サーベイ（以下、「第 3 次走行サーベイ」と言う）を実施した。

なお、結果については、これまでの走行サーベイの測定結果の検証時と同様に、当該分野の専門家の意見を踏まえ、測定結果の妥当性の検証を行った上で結果をまとめた。

※1：走行サーベイは、道路周辺の空間線量率を連続的に測定するため、車内に放射線測定器を搭載し、地上に蓄積した放射性物質からのガンマ線を詳細かつ迅速に測定する手法。

2. 第3次走行サーベイの詳細

- 測定実施日：平成24年3月13日～3月30日
- 測定機関：各都県、市区町村（1都9県198市区町村）
- 解析機関：独立行政法人日本原子力研究開発機構
- 対象項目：道路上の地表面から1m高さの空間線量率
- 測定方法：走行サーベイシステム「KURAMA-Ⅱ」^{※2}を用いて、連続的に道路上の空間線量率を測定。

※2：KURAMA-Ⅱ：文部科学省では走行サーベイの実施にあたって、京都大学が独自に開発した走行サーベイシステム「KURAMA システム」を使用。KURAMA システムは、乗用車に高精度の放射線検出器を搭載し、測定対象とする道路を走行しながら、道路周辺からのガンマ線の情報とGPSによる位置情報を連続的に収集することで、道路上の詳細な空間線量率の分布状況を確認できるシステム。第1次走行サーベイや第2次走行サーベイでは、NaIシンチレーション式サーベイメータや電離箱式サーベイメータを別に用意することが必要な「KURAMA（Ⅰ）」を用いて走行サーベイを実施したが、KURAMA（Ⅰ）を用いた走行サーベイは放射線計測に関する技術を必要とするため、今回の調査では、NaIシンチレーション式サーベイメータと同様の計測スペックを保持したCsIシンチレーション検出器をKURAMA システムに組み込み、放射線計測に関する知識や技術を必要としない仕様に京都大学で改良した「KURAMA-Ⅱ」を用いて走行サーベイを実施した。

3. 今回の調査結果

- 今回の調査において、各都県、市町村と協働で走行サーベイ（第3次走行サーベイ）を実施した結果、別紙1に示すような道路上から1m高さの空間線量率の分布状況を示した空間線量率マップを作成することができた。なお、測定経路の都合により同一の道路を複数回測定している場合は、各測定地点の測定結果の最高値を使用することとした。
- 別紙1の空間線量率マップの作成にあたっては、現在の空間線量率への寄与の大部分が放射性セシウムによるものであると考えられること、測定期間中のセシウムの物理的減衰に伴う空間線量率の減少を計算した結果、1%強程度であり、測定計器の有する誤差よりも低いことを考慮して、これまでの走行サーベイの測定結果と同様に、一定の日付に揃えて減衰補正をすることはせず、測定した日の測定結果をそのまま使用することとした。
- また、空間線量率の分布状況に関する問い合わせに対応するため、第2次走行サーベイの測定結果に加えて、第3次走行サーベイの測定結果を地図上に記した空間線量率マップを便宜的に作成した（別紙1（参考）参照）。なお、別紙1（参考）の空間線量率マップの作成にあたっては、第2次及び第3次の両者の走行サーベイを行った道路については、第3次走行サーベイの結果のみを記した。また、第2次走行サーベイで測定した道路については、第2次走行サーベイ時における道路及び道路周辺における積雪の影響から、空間線量率が低く測定されている傾向が予想される。そこで、積雪箇所^{※3}を区別するため、積雪箇所を実線で囲われた白色の領域で表示した。

※3：積雪箇所の特定にあたっては、（独）宇宙航空研究開発機構（以下、「JAXA」という。）が公開

を行なっている地球環境モニター（JASMES）上の、NASAの地球観測衛星 Terra 及び Aqua の観測結果を活用した。なお、本データは、500m メッシュの解像度であり、深さが約 5 cm以上ある均一な積雪域であれば表示できるが、それ以下の積雪深さでは地表面の被覆状況により積雪の有無を正確に判定することが困難な場合がある。

- 別紙 1(参考)の空間線量率のマップの作成にあたっては、昨年 12 月期に実施した第 2 次走行サーベイと今回の調査との間の期間（3 ヶ月間）における放射性セシウムの物理的減衰に伴う空間線量率の減少は 6%程度あり、上記に比べて大きいことから、第 2 次走行サーベイの測定結果の値を 6%程度減少させた。なお、風雨等の自然環境による放射性物質の移行の影響は考慮していない。

その他、今回の調査では、車内で測定された値を車外における地表面から 1m高さの空間線量率に補正するための係数の見直しをするとともに（詳細は別紙 2 参照）、測定結果の統計的なばらつきを低減させるための工夫^{※4}を行った。

※4：今回の調査では、測定値の統計的なばらつきを低減させるため、走行地域を 100m 四方のメッシュに分割し、そのメッシュ内に含まれる各測定地点での空間線量率の値を平均してメッシュの代表値とした。

4. 考察

4.1 全体的な考察

- 昨年 12 月期に実施した第 2 次走行サーベイの測定結果に加えて、各都県、市区町村と協働で実施した今回の調査結果（第 3 次走行サーベイ）により空間線量率マップを作成した結果、第 2 次走行サーベイで実施した対象地域（茨城県、岩手県、神奈川県、群馬県、埼玉県、千葉県、栃木県、東京都、福島県、宮城県、山梨県）について、さらに道路上の空間線量率の分布状況を確認することができた。

4.2 第 1 次走行サーベイ、第 2 次走行サーベイ及び今回の調査（第 3 次走行サーベイ）で測定された空間線量率の比較結果に関する考察

- 第 1 次走行サーベイが実施された昨年 6 月期からの道路上における空間線量率の変化傾向を確認するため、第 1 次走行サーベイ、第 2 次走行サーベイ（昨年 12 月期）、及び第 3 次走行サーベイ（本年 3 月期）で共通して測定している道路における各走行サーベイの測定結果（空間線量率）を比較した。その結果、別紙 3①に示すように、道路上における空間線量率は、個々の測定地点における測定結果のばらつきはあるものの、傾向として昨年 6 月期からの 6 ヶ月間で 3 割程度減少し、9 ヶ月間で 4 割程度減少していることが確認された。
- また、測定した走行地域全域にわたる地表面等に沈着した放射性物質の増減を把握するため、第 1 次走行サーベイ、第 2 次走行サーベイ、第 3 次走行サーベイで共通して測定している道路に沿って各走行サーベイで測定された空間線量率の値を積算し、それぞれの走行サーベイ毎の空間線量率の積算値の変化率と放射性セシウムの物理的減衰のみを

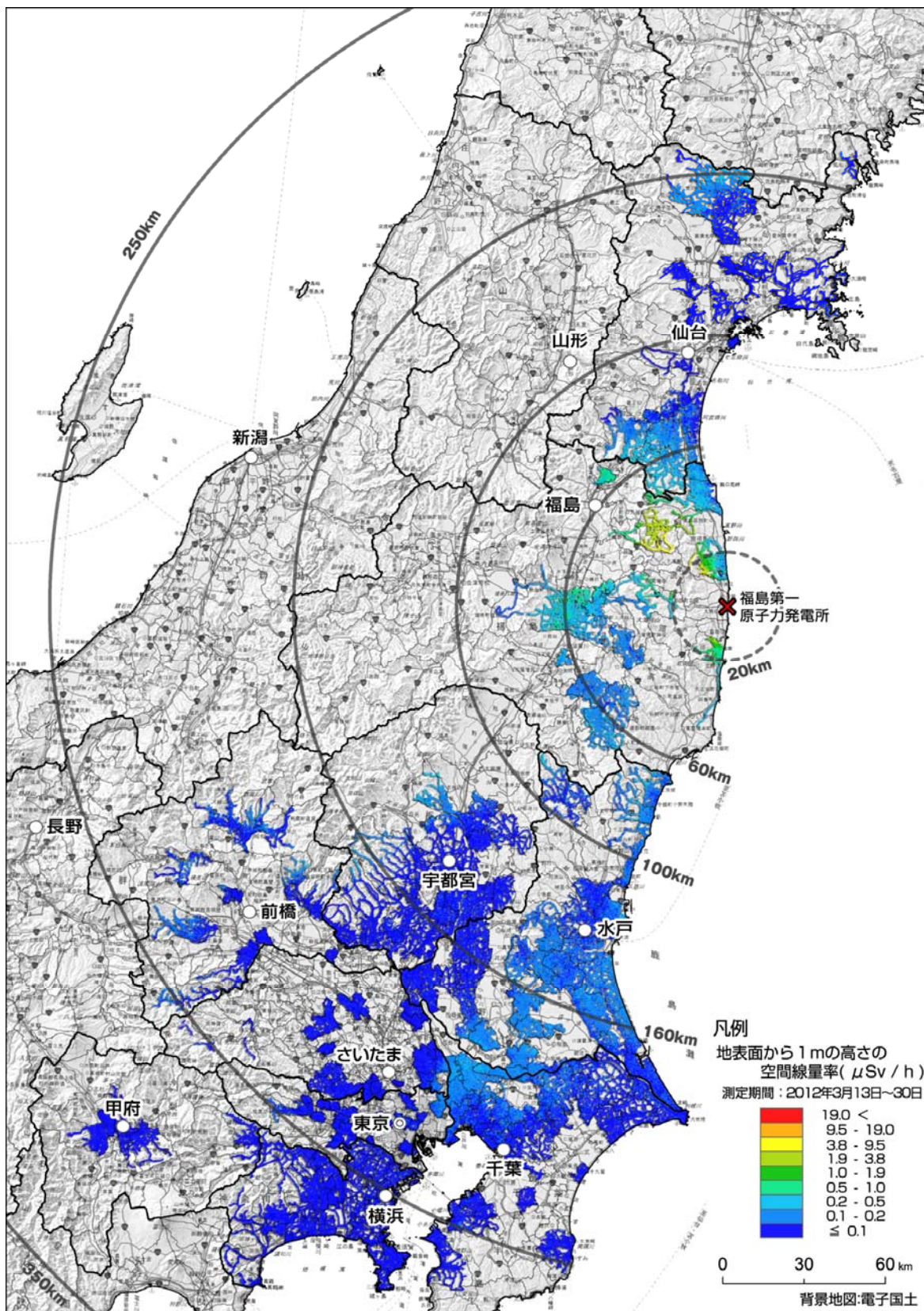
考慮した空間線量率の変化率とを比較した。その結果、別紙3②に示すように、道路に沿って測定された空間線量率を積算した値は、放射性セシウムの物理的減衰のみを考慮した空間線量率よりも大きく減少していることが確認された。この事象の主たる要因としては、道路上に沈着した放射性物質が、降雨等の自然環境の要因や道路上を走行する車により移動したこと、さらには、道路周辺地域に沈着した放射性物質が、降雨等の影響で移動したことが考えられる。

5. 今後の予定

- 今回の調査結果、及び福島第一原子力発電所の事故前の経験から、風雨等の自然環境による影響や車が走行することに伴い、放射性物質は移行していくことが確認されている。また、本調査結果から、道路上では空間線量率が大きく減少する傾向が確認されている。
- そこで、平成24年度においても引き続き、今回、調査対象とした地域について走行サーベイを実施し、空間線量率の変化傾向を確認していく。

＜担当＞ 文部科学省 原子力災害対策支援本部
加藤（かとう）（内線 4604、4605）
電話：03-5253-4111（代表）
03-5510-1076（直通）

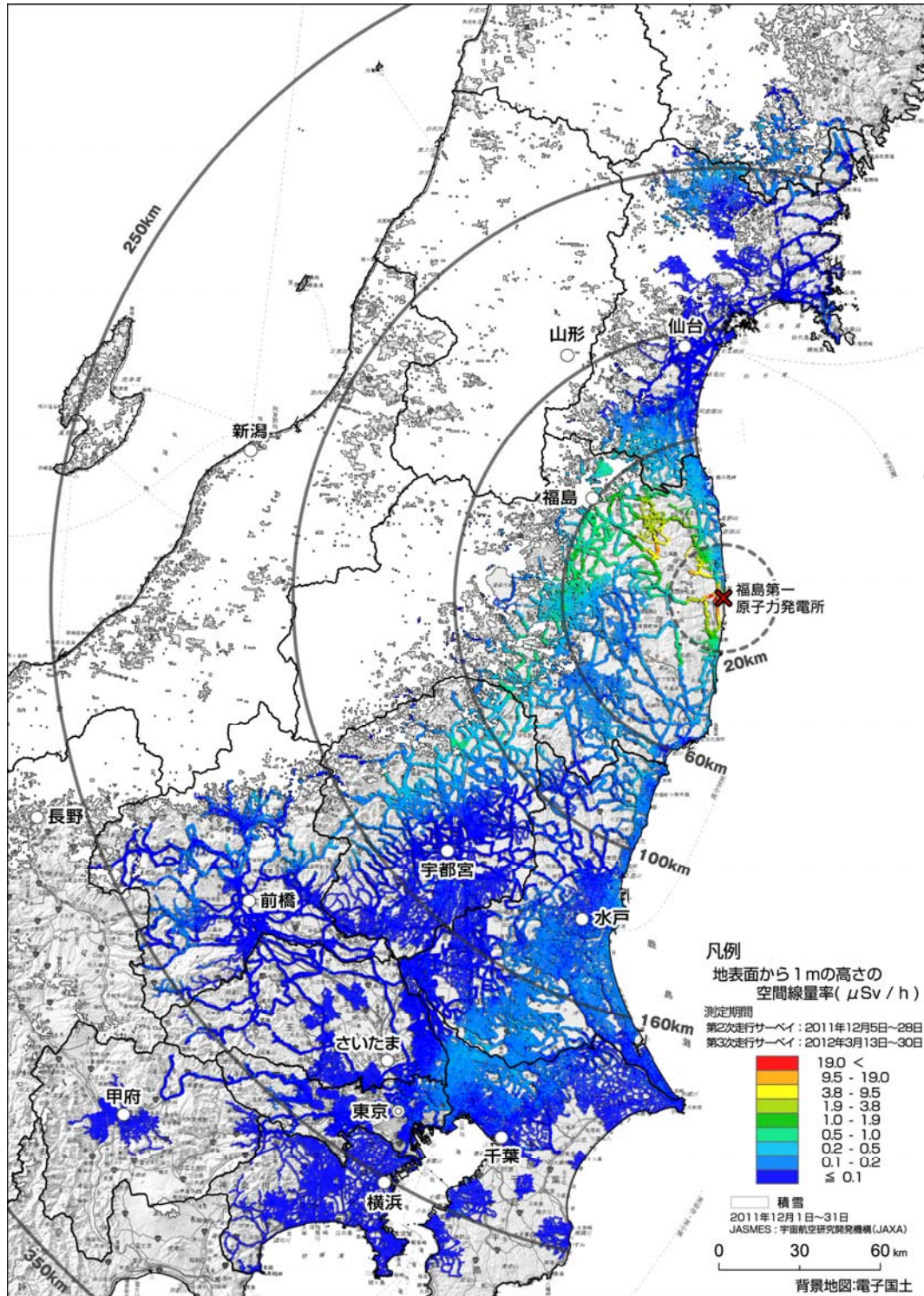
走行サーベイによる道路上の空間線量率マップ(全体版) (第3次走行サーベイ(平成24年3月期実施))



※本マップには天然核種による空間線量率が含まれている。

走行サーベイによる道路上の空間線量率マップ(全体版)

(第3次走行サーベイ(平成24年3月期実施)に第2次走行サーベイの測定結果(平成23年12月期実施)※2、3を追加)



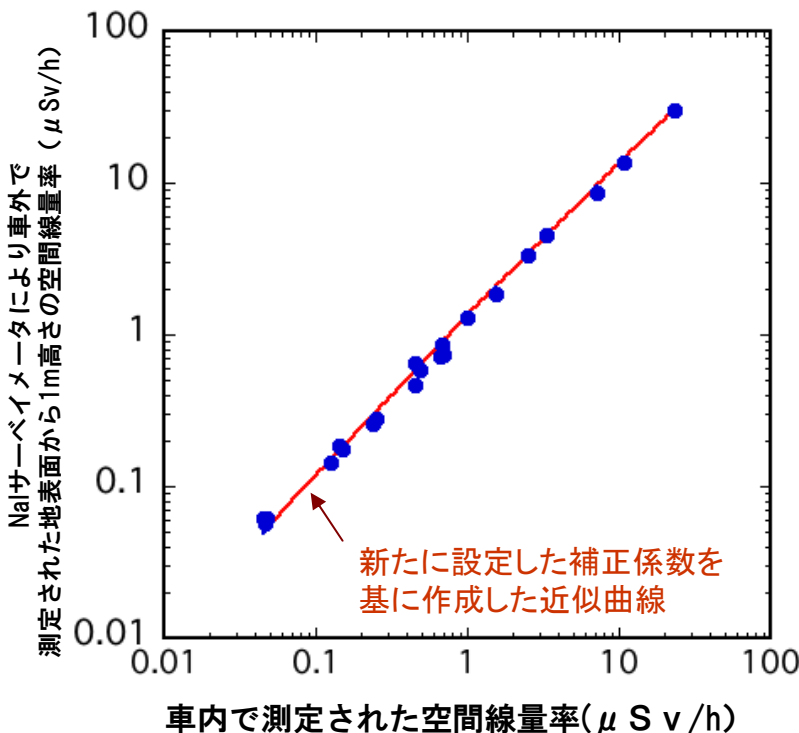
- ※1: 本マップには天然核種による空間線量率が含まれている。
- ※2: 本マップは、第2次走行サーベイ及び第3次走行サーベイの両者の測定結果を用いて作成。なお、第2次及び第3次の両者の走行サーベイを行った道路については、第3次走行サーベイの結果のみを記している。
- ※3: 第2次走行サーベイの測定結果は、第2次走行サーベイと今回の調査との間の期間(3ヶ月)における放射性セシウムの物理的減衰に伴う空間線量率の減少を考慮し、補正。風雨等の自然環境による放射性物質の移行の影響は考慮していない。
- ※4: 実線で囲われた白色の領域は第2次走行サーベイ時に積雪のあった箇所を表しており、当該地域及びその周辺における地表面から1m高さの空間線量率は、雪の遮蔽により、雪が無い時に比べて減少している可能性がある。

車内で測定された空間線量率を車外における 地表面から1m高さの空間線量率に補正するための係数の見直し

- 走行サーベイは、車内に搭載した放射線計測器を用いて、道路周辺から来るガンマ線を車内で計測する。したがって、走行サーベイにより直接測定される車内で測定された空間線量率から、車外における地表面から1m高さの空間線量率を算出するためには、車内で測定された空間線量率を車外における空間線量率に補正するための係数（以下、「補正係数」と言う）の設定が必要。
- この補正係数は、放射性セシウムの沈着量が多く、空間線量率が高くなっている地域では、一定の値（1.3）を用いることが可能であることが確認されている。
- 他方で、第2次走行サーベイの測定結果のまとめにあたって、放射性セシウムの沈着量が低く、天然核種の寄与が相対的に大きな地域(低線量率域($1 \mu\text{Sv/h}$ 以下))では、車内で測定される空間線量率に占める天然核種※による空間線量率の寄与が無視できなくなるため、補正係数1.3を用いた場合、車外における空間線量率を高め評価している可能性が示唆された。
※ウラン238系列核種、トリウム232系列核種、カリウム等の天然核種のガンマ線は放射性セシウムに比べて空間線量率に寄与するエネルギーが高いため、車を透過しやすい。
- そこで、様々な線量率域でNaIサーベイメータにより測定された空間線量率の測定結果と走行サーベイにおいて車内で測定された空間線量率との関係を基に、**今回の調査から、車内で測定された空間線量率が $1 \mu\text{Sv/h}$ 以下の場合の補正係数を空間線量率依存性のある補正係数として新たに設定。**（別紙1(参考)の空間線量率のマップの作成にあたって、第2次走行サーベイの測定結果もこの補正係数を用いて再評価している。）

（新たに設定した補正係数）

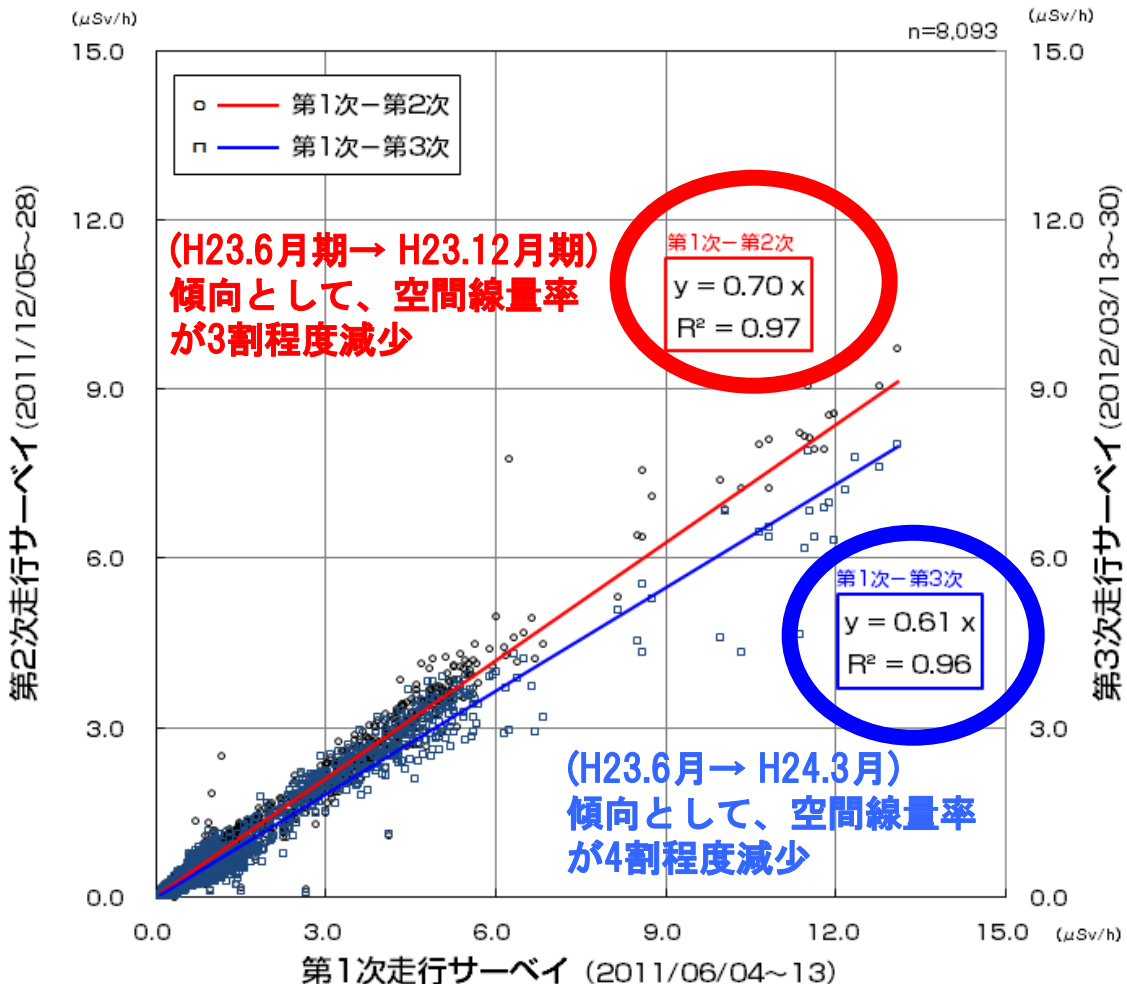
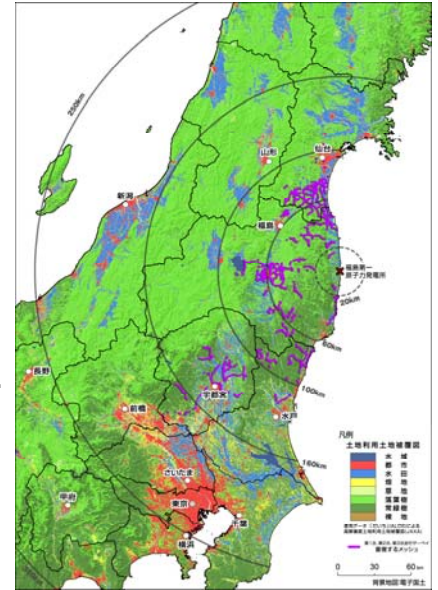
- ①測定値が $1.0 \mu\text{Sv/h}$ 以上の場合 : 補正係数=1.3（一定）
- ②測定値が $0.01 \sim 1.0 \mu\text{Sv/h}$ の場合 : 補正係数= $0.06515 \times \ln(\text{車内における空間線量率}) + 1.3$
- ③測定値が $0.01 \mu\text{Sv/h}$ 以下の場合 : 補正係数=1.0（一定）



第1次走行サーベイ、第2次走行サーベイ及び今回の調査（第3次走行サーベイ）で測定された空間線量率の比較（その1）

○昨年6月期からの道路上における空間線量率の変化傾向を確認するため、第1次走行サーベイ(昨年6月期)、第2次走行サーベイ(昨年12月期)、及び今回の調査(第3次走行サーベイ)(本年3月期)で共通して測定している道路(右図の紫色の道路)における各走行サーベイの測定結果(空間線量率)について比較した。

○その結果、以下のグラフに示すように、個々の測定地点における測定結果のばらつきはあるものの、第1次走行サーベイ、第2次走行サーベイ、及び第3次走行サーベイの測定結果との間に良い相関が確認され、傾向として、**道路上の空間線量率は、昨年6月期からの6ヶ月間で3割程度減少し、9ヶ月間で4割程度減少**していることが確認された。



図：第1次走行サーベイの測定結果と第2次走行サーベイ、第3次走行サーベイの測定結果との関係

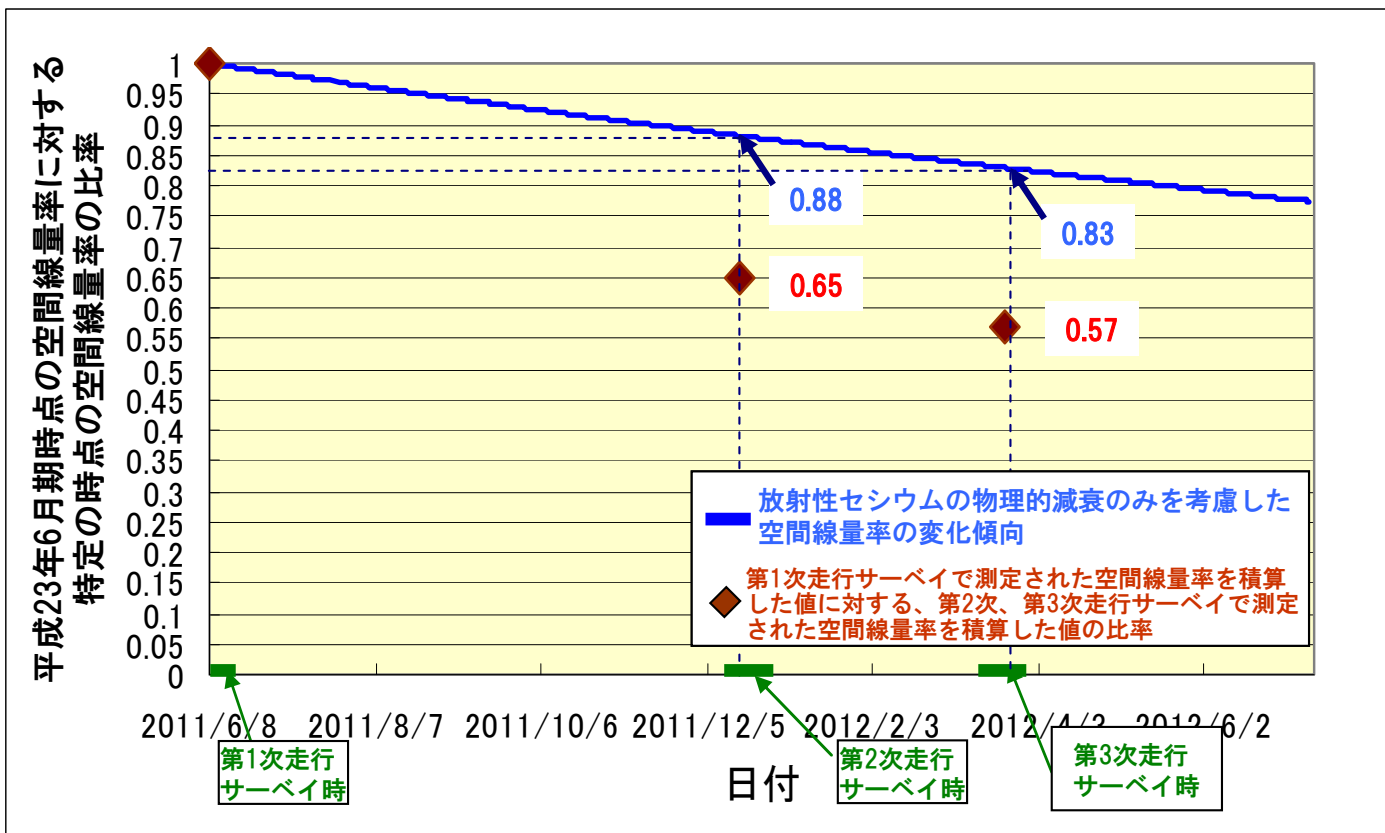
第1次走行サーベイ、第2次走行サーベイ及び今回の調査（第3次走行サーベイ）で測定された空間線量率の比較（その2）

○測定した走行地域全域にわたる地表面等に沈着した放射性物質の増減を把握するため、第1次走行サーベイ、第2次走行サーベイ、第3次走行サーベイで共通して測定している道路に沿って、各走行サーベイで測定された空間線量率の値を積算し、それぞれの走行サーベイ毎の空間線量率を積算した値の変化率と放射性セシウムの物理的減衰のみを考慮した空間線量率の変化率とを比較した。

○その結果、以下のグラフに示すように、道路に沿って測定された空間線量率を積算した値（グラフ中の茶色のダイヤ印）は、放射性セシウムの物理的減衰のみを考慮した空間線量率（グラフ中の青色線）よりも大きく減少していることが確認された。

（各走行サーベイで測定された道路上の空間線量率の値の積算値の変化率）

第2次走行サーベイで測定された空間線量率を積算した値 第1次走行サーベイで測定された空間線量率を積算した値	第3次走行サーベイで測定された空間線量率を積算した値 第1次走行サーベイで測定された空間線量率を積算した値	第3次走行サーベイで測定された空間線量率を積算した値 第2次走行サーベイで測定された空間線量率を積算した値
0.65	0.57	0.89



図：放射性セシウムの物理的減衰に伴う空間線量率の減少度合いと道路上における空間線量率の減少度合いとの比較



平成24年9月12日

文部科学省による、①ガンマ線放出核種の分析結果、及び②ストロンチウム 89、90 の分析結果（第2次分布状況調査）について

昨年12月6日から、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の第2次分布状況等調査として実施してきました、ガンマ線放出核種の分析、及びストロンチウム 89、90 の核種分析の結果がまとまったので、お知らせします。

1. 今回の調査の実施目的

文部科学省では、昨年6月期の調査（以下、「第1次分布状況調査」と言う。）において、東京電力(株)福島第一原子力発電所（以下、「福島第一原発」と言う。）から概ね100km圏内及びその圏外の福島県西部の約2,200箇所^{*1}で土壌試料を採取し、ガンマ線放出核種（放射性セシウム、ヨウ素 131、テルル 129m、銀 110m）について核種分析を実施した。また、この2,200箇所では採取した土壌試料のうち、福島第一原発から80km圏内の100箇所では採取された土壌試料について、ストロンチウム 89、90 について核種分析を実施した。

その結果、福島第一原発から概ね100km圏内及びその圏外の福島県西部における、ガンマ線放出核種（放射性セシウム、ヨウ素 131、テルル 129 m、銀 110 m）の沈着量をプロットした土壌濃度マップを作成した（詳細は、「文部科学省による放射線量等分布マップ（放射性セシウムの土壌濃度マップ）の作成について」（平成23年8月30日）他参照^{*2}。）また、ストロンチウム 89、90 については、福島第一原発から80km圏内におけるストロンチウム 89、90 の土壌濃度マップを作成した（詳細は、「文部科学省による、プルトニウム、ストロンチウムの核種分析の結果について」（平成23年9月30日公表）参照。）

他方で、東日本全域における航空機モニタリングの結果^{*3}から、福島第一原発から100km圏外においても、比較的高い放射性セシウムの沈着量が確認されていること、また、第1次分布状況調査の結果から福島第一原発から概ね100km圏内の一部の調査箇所ではテルル 129m、銀 110m の沈着が確認されており、これらの放射性核種も福島第一原発から100km圏外に沈着している可能性があることが示唆された。さらに、第1次分布状況調査の結果から、ストロンチウム 89、90 の沈着範囲が福島第一原発の80km圏内に留まらないほか、一部の調査箇所ではセシウム 137 に比べてストロンチウム 89、90 の沈着量が大きいことが確認されており、その周辺においても同様の傾向にある可能性が示唆された。

そこで、今回の調査（以下、「第2次分布状況調査」と言う。）では、第一次分布状況調査より広範な地域におけるガンマ線放出核種の沈着状況について確認するため、東日本の空間線量率が高い地域を中心にガンマ線放出核種の沈着量を測定した。また、広範な地域

における福島第一原発の事故由来のストロンチウム 89、90 の拡散範囲を確認するため、東日本の空間線量率が高い地域を中心に新たに土壌を採取し、ストロンチウム 89、90 の沈着量を測定するとともに、第 1 次分布状況調査においてセシウム 137 に比べてストロンチウム 89、90 の沈着量が多いことが確認された調査箇所周辺においても同様の傾向にあるか確認するため、第 1 次分布状況調査においてセシウム 137 に比べてストロンチウム 89、90 の沈着量が多いことが確認された調査箇所の周辺の調査箇所第 1 次分布状況調査時に採取された土壌試料を用いて、ストロンチウム 89、90 の沈着量を測定した。

なお、これらの結果は、第 1 次分布状況調査時と同様に、当該分野の専門家の意見を踏まえ、測定結果の妥当性の検証を行った上で結果をとりまとめた。

※1：第 1 次分布状況調査では、福島第一原発から 80 km 圏内の可住地について、2 km メッシュで 1 箇所、調査箇所を選定し、80～100 km 圏内及びその圏外の福島県西部は 10 km メッシュで 1 箇所、調査箇所を選定した。また、各調査箇所では、3m 四方の 5 地点において、U-8 容器に表層 5cm の土壌試料を採取した。

※2：「文部科学省による放射線量等分布マップ（放射性セシウムの土壌濃度マップ）の作成について」（平成 23 年 8 月 30 日）、「文部科学省による放射線量等分布マップ（ヨウ素 131 の土壌濃度マップ）の作成について」（平成 23 年 9 月 21 日）、「文部科学省による放射線量等分布マップ（テルル 129 m、銀 110m の土壌濃度マップ）の作成について」（平成 23 年 10 月 31 日）

※3：平成 23 年 12 月 16 日に公表された、「文部科学省による第 4 次航空機モニタリングの測定結果について」の参考 1 の「第 4 次航空機モニタリングの測定結果を反映した東日本全域の地表面から 1 m 高さの空間線量率（平成 23 年 11 月 5 日換算）」の測定結果。

2. 今回の調査の詳細

①ガンマ線放出核種の沈着量の測定

○調査箇所（1,016 箇所）

東日本全域における航空機モニタリングの測定結果（空間線量率）において、年間 1 mSv に相当するような比較的、空間線量率が高い地域（ $0.2 \mu\text{Sv/h}$ 相当以上）を中心にガンマ線放出核種の沈着量の測定を実施^{※4}した。調査箇所の選定にあたっては、空間線量率が $0.2 \mu\text{Sv/h}$ 以上の地域については 5km メッシュにつき、1 箇所、空間線量率が $0.2 \mu\text{Sv/h}$ 以下の地域については 10km メッシュにつき 1 箇所、調査箇所を選定した。

※4：1 都 10 県（福島県、茨城県、岩手県、神奈川県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、栃木県、宮城県、山梨県）の一部の地域で実施。ただし天然核種の影響により空間線量率が高くなっている地域を除く。

○測定機関：（独）日本原子力研究開発機構、（独）理化学研究所、フランス国放射線防護原子力安全研究所（IRSN）、筑波大学、（財）日本分析センター、（公財）放射線計測協会、（公財）原子力安全技術センター

○対象項目：単位面積あたりの地表面へのガンマ線放出核種の沈着量【Bq/m²】

○調査期間：平成 23 年 12 月 13 日～平成 24 年 5 月 29 日

○調査方法：

第 1 次分布状況調査において、放射性核種の土壌表面への沈着量は狭い範囲（3m 四方）でもばらつくことが確認されたため、今回の調査では、測定箇所における放射性核種の平均的な沈着量を評価することが可能な手法である、ゲルマニウム半導体検出器を用い

た in-situ 測定^{※5}により、可能な限り多くの箇所でガンマ線放出核種の沈着量を測定した。

なお、空間線量率が非常に高いこと等により in-situ 測定が適切に行えないと判断された調査箇所においては、第1次分布状況調査と同様に、各箇所5地点で表層5cmの土壌を採取し、それらを良く攪拌した上で、土壌試料について固定式ゲルマニウム半導体検出器を用いて核種分析を実施し、測定時間は1時間程度とした。

※5：可搬型ゲルマニウム半導体検出器を環境中（近くに建物等のない平坦な場所）に設置し、実際の地面全体を対象として測定を行うことにより、地表面に分布した放射線源からのガンマ線を検出し、地表面に蓄積している放射性物質の平均的な濃度を分析する手法。本調査は、文部科学省の放射能測定法シリーズ「ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法」に基づき実施し、放射性核種の土壌中における鉛直分布を表すパラメータとしては、ICRU レポート 53 を参照して、沈着後の経過時間は0～1年、降水量は3mm以上の条件における値を用いた。測定時間としては原則、1時間としたが、一部の測定箇所では、十分な統計的精度が得られていることを確認した上で測定時間を短縮した。

○ガンマ線放出核種の測定結果の補正：

各放射性核種の物理的半減期（セシウム134：半減期2.0648年、セシウム137：半減期30.1671年、銀110m：半減期249.95日）を考慮し、今回の調査期間（平成23年12月13日～平成24年5月29日）の中間の期日である平成24年3月1日時点の値に補正を行なった。

②ストロンチウム89、90の沈着量の測定

○調査箇所（60箇所：63試料）

今回の調査では、以下の2つの地域を対象に調査を実施した。

1) 福島第一原発から80km圏外の地域の調査箇所(50箇所：50試料)

第1次分布状況調査で調査対象とした福島第一原発から80km圏内を除き、東日本全域における航空機モニタリングの測定結果（空間線量率）において、空間線量率が高い地域（ $0.2\mu\text{Sv/h}$ 相当以上）で新たに土壌試料を採取^{※6}し、ストロンチウム89、90の沈着量を測定した。なお、調査箇所の選定にあたっては、空間線量率が $0.2\mu\text{Sv/h}$ 以上の地域について5kmメッシュに分割し、このメッシュの中から、地域に偏り無く、調査箇所（50箇所：50試料）を選定した。

※6：1都9県（福島県、茨城県、岩手県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、栃木県、宮城県、山梨県）の一部の地域で実施。天然核種の影響により空間線量率が高くなっている地域を除く。

2) 相馬市及びその周辺の調査箇所(10箇所：13試料)

第1次分布状況調査では、相馬市で採取された土壌試料のうち1箇所の試料において、セシウム137に対するストロンチウム89、90の沈着量の比率（以下、「Sr-89、Sr90/Cs-137」と言う。）が、他の箇所に比べて非常に大きいことが確認された。

そこで、今回の調査では、この箇所（以下「相馬市第1地点」という。）において第1次分布状況調査の際に採取した試料の残り4試料を全て分析するとともに、この箇所の周辺9箇所のそれぞれにおいて、第1次分布状況調査の際に採取した土壌試料のうち、セシウム137の沈着量が最も高い1試料を選定し、ストロンチウム89及び90の分析を行った。

(参考1) 第1次分布状況調査の結果 ((相馬市(第1地点)で採取された土壌試料のストロンチウム89、90の沈着量))

	第1次分布状況調査の測定結果 (相馬市(第1地点)で採取された土壌試料のストロンチウム89、90の測定結果)	第1次分布状況調査の測定結果 (相馬市(第1地点)で採取された土壌試料のSr-89、90/Cs-137)	(参考)第1次分布状況調査の測定結果 (第1次分布状況調査で測定した100試料のうち、ストロンチウム89もしくは90が検出された全試料のSr-89、90/Cs-137の平均値)
ストロンチウム89	7,800 (Bq/m ²)	1.9×10^{-1}	9.8×10^{-3}
ストロンチウム90	2,400 (Bq/m ²)	5.8×10^{-2}	2.6×10^{-3}

○測定機関：(財)日本分析センター

○対象項目：単位面積あたりの地表面へのストロンチウム89、90の沈着量【Bq/m²】

○土壌採取期間：平成23年12月17日～平成24年2月9日(福島第一原発から80km圏外の空間線量率が0.2μSv/h以上の地域の調査箇所における土壌採取期間)

○調査方法：

以下の土壌試料について放射化学分析を行い、低バックグラウンドベータ線測定装置を用いて約60分間計測した。なお、試料量、及び検出下限値は以下のとおりである。

1) 福島第一原発から80km圏外の地域の調査箇所では採取された土壌試料

第1次分布状況調査で分析に使用した土壌試料量(30g)の約3倍の試料量(100g)を用い、第1次分布状況調査時よりもストロンチウム89、90の沈着量の検出下限値を低下させた。検出下限値は、ストロンチウム89で約100Bq/m²であり、ストロンチウム90は、約15Bq/m²である。

2) 相馬市(第1地点)及びその周辺の調査箇所では採取された土壌試料

第1次分布状況調査時と同様に、各調査箇所では採取された土壌試料のうち、30gの土壌試料についてストロンチウム89、90の沈着量を測定した。検出下限値は、ストロンチウム89で約300Bq/m²であり、ストロンチウム90は、約40Bq/m²である。

○ストロンチウム89、90の測定結果の補正：

各調査箇所のストロンチウム89、90の沈着量の値は、ストロンチウム89、90の物理的半減期(ストロンチウム89：50.53日、ストロンチウム90：28.79年)を考慮して、今回の調査における土壌採取期間(平成23年12月17日～平成24年2月9日)の中間の期日である平成24年1月13日時点の値に補正を行った。

3. 今回の調査結果

3.1 ガンマ線放出核種の沈着量の測定結果

○今回の調査における、ガンマ線放出核種(セシウム134、137、銀110m^{*7})の沈着量の測定結果は下記URL参照。

URL：<http://radioactivity.mext.go.jp/ja/list/338/list-1.html>

今回の調査では、放射性セシウムは全ての調査箇所では検出されたが、銀110mについては、福島県、岩手県、茨城県、群馬県、栃木県及び宮城県の一部の測定箇所では検出(検出下限値は20～200Bq/m²程度)された。なお、第1次分布状況調査では、テルル129m^{*7}が比

較的広範囲の土壤表層に沈着していることが確認されたが、今回の調査では、テルル 129m の物理的半減期（33.6 日）が短いことから、全ての調査箇所では検出されなかった。

※7：銀 110m、テルル 129m は、それぞれ、原子番号と質量数が同じであるが、エネルギー状態が異なる複数の放射性核種があるため、エネルギー準位が高い放射性核種について、準安定状態（metastable：メタステーブル）であることを示す「m」を付けて区別する。

○また、今回の調査における各調査箇所のセシウム 134、137、銀 110m の測定結果を沈着量の範囲に応じて色分けし地図上に記した土壤濃度マップ^{※8}は、別紙 1、2、3 のとおりである。別紙 1、2、3 の土壤濃度マップの作成にあたっては、ゲルマニウム半導体検出器による in-situ 測定を実施した調査箇所については in-situ 測定の結果を用い、土壤を採取・分析した調査箇所については、第 1 次分布状況調査時と同様に同一箇所の 5 地点で採取された土壤試料の測定結果を算術平均した値を用いた。なお、銀 110m については、いくつかの調査箇所において、同一箇所の 5 地点で採取された土壤試料の測定結果に検出下限値未満の値が含まれている。このような箇所における沈着量の値は、第 1 次分布状況調査と同様に、

- ・同一箇所で採取した 5 試料の核種分析結果のうち、1 試料でも検出下限値以上の値が存在する場合、検出下限値以上の測定値及び検出下限値未満の場合に得られる参考値を算術平均した値を使用
- ・同一箇所で採取した複数試料の核種分析結果が全て検出下限値未満の場合、その採取箇所の測定結果は不検出とすることとした。

※8：本マップは、土壤表層近くに残留している単位面積あたりの放射エネルギーの分布状況を示しており、イメージをつかみやすくするため、便宜的に「土壤濃度マップ」と表現している。

○加えて、セシウム 134、137、銀 110m の詳細な分布状況を把握するため、今回の調査結果に加えて、第 1 次分布状況調査の測定結果を減衰補正した値を記した土壤濃度マップを作成した（別紙 1（参考）、別紙 2（参考）、別紙 3（参考）参照）。なお、第 1 次分布状況調査の結果は、第 1 次分布状況調査時（昨年 6 月 14 日時点）から今回の調査までの放射性核種の沈着量の変化が物理的減衰のみであると仮定して、第 1 次分布状況調査で得られた各調査箇所におけるセシウム 134、137、銀 110m の沈着量の値を各放射性核種の物理的半減期を考慮し、平成 24 年 3 月 1 日時点の値に補正を行った。

3.2 ストロンチウム 89、90 の測定結果

○今回の調査におけるストロンチウム 89、90 の核種分析の結果は別紙 4 のとおりである。第 1 次分布状況調査では、調査対象とした福島第一原発から 80km の境界付近までストロンチウム 89 が検出されたが、今回の調査ではストロンチウム 89 の物理的半減期（50.53 日）が短いことから、全ての調査箇所では検出されなかった。

○また、今回の調査における各調査箇所のストロンチウム 89、90 の測定結果を地図上に記した土壤濃度マップは別紙 5 のとおりである。

○加えて、今回の調査では全ての調査箇所ではストロンチウム 89 は検出されなかったものの、検出されたストロンチウム 90 の詳細な分布状況を把握するため、今回の調査結果に加えて、第 1 次分布状況調査の測定結果を減衰補正した値を記した土壤濃度マップを作成し

た（別紙5(参考)参照）。なお、第1次分布状況調査の結果は、第1次分布状況調査時（昨年6月14日時点）から今回の調査までの放射性核種の沈着量の変化が物理的減衰のみであると仮定して、第1次分布状況調査で得られた各調査箇所におけるストロンチウム90の沈着量の値をストロンチウム90の物理的半減期（半減期：28.79年）を考慮して、平成24年1月13日時点の値に補正を行った。

- その他、第1次分布状況調査でSr-89、90/Cs-137が最も大きかった調査箇所である相馬市（第1地点）周辺における放射性ストロンチウムの沈着状況を確認するために今回の調査で新たに測定した相馬市（第1地点）周辺の13試料（10箇所）については、ストロンチウム89の測定結果は不検出であったほか、ストロンチウム90の測定結果は、第1次分布状況調査で相馬市（第1地点）において検出されたストロンチウム90の沈着量の値の約50分の1～25分の1程度と非常に小さい値であることが確認された。

4. 考察

4.1 全体的な考察

- 第1次分布状況調査の測定結果、及び今回の調査結果から、広範な地域におけるセシウム134、137、銀110mの詳細な分布状況を確認することができた。本結果は、被ばく線量評価や福島第一原発から放出された放射性プルームの状況の検証、及び地表面への沈着経路の解明に活用されることが期待される。
- 今回の調査において、セシウム134、137、銀110m、放射性ストロンチウムの沈着量の最高値が検出された箇所に仮に、50年間滞在した場合に生じる、土壌からの再浮遊に由来する吸入被ばく、及び土壌からの外部被ばく線量の積算値（以下、「50年間積算実効線量」と言う。）について、IAEAが提案している緊急事態時の被ばく評価方法^{※9}に基づき計算したところ、今回の調査でセシウム134やセシウム137の沈着量の最高値が検出された箇所における50年間積算実効線量の評価値は、銀110m、放射性ストロンチウムの沈着量の最高値が検出された箇所における50年間積算実効線量の評価値と比べて、非常に大きいことが確認された。この結果は、第1次分布状況調査の結果と同様であった。

※9：IAEA-TECDOC-955、1162に記載されている被ばくの評価手法。本手法では、放射性核種が沈着した地面上に留まると仮定し、放射性核種が地表面に沈着した後のある期間（最初の1ヶ月間、2ヶ月目の1ヶ月間、50年間）の積算実効線量を評価する手法を定めている。なお、この実効線量には外部被ばく線量及び再浮遊した放射性核種を吸入することによる預託線量が含まれる。また、積算実効線量の算出に当たっては、放射性核種の崩壊、核変換ならびにウェザリングの効果が考慮されている。加えて、放射性核種の再浮遊による吸入被ばくを安全側に評価するため、実際の事故時において観測されているよりも安全側の再浮遊係数として $10^{-6}/m$ を用いている。

（参考2） 今回の調査でセシウム134、137、銀110m、ストロンチウム90の沈着量の最高値が検出された箇所における50年間積算実効線量

- ①セシウム134 ($6.5 \times 10^6 \text{Bq}/\text{m}^2$) : 33mSv
- ②セシウム137 ($9.1 \times 10^6 \text{Bq}/\text{m}^2$) : $1.2 \times 10^3 \text{mSv}$
- ③銀110m ($1.3 \times 10^4 \text{Bq}/\text{m}^2$) : 0.50mSv
- ④ストロンチウム90 ($130 \text{Bq}/\text{m}^2$) : 0.0027mSv

○セシウム 134、137 の 50 年間積算実効線量の評価値は、銀 110m や放射性ストロンチウムの 50 年間積算実効線量の評価値に比べて非常に大きいことから、今後の被ばく線量評価や除染対策においては、これまでと同様に、放出量が多いセシウム 134、137 の沈着量に着目していくことが適切であると考えます。

4.2 ガンマ線放出核種の測定結果に関する考察

○第 1 次分布状況調査では、放射性セシウムに対するヨウ素 131、及びテルル 129m の沈着量の比率が地域ごとに固有の特徴があることが観察され、ヨウ素 131、及びテルル 129m の沈着状況に共通性があることが確認されたものの、放射性セシウムに対する銀 110m の沈着量の比率に関しては、地域ごとの明確な特徴が観察されていなかった。

○他方で、今回の調査では、第 1 次分布状況調査より調査対象地域を拡げて調査を実施した結果、別紙 6 に見られるように、福島県中通りから群馬県にかけてセシウム 137 に対する銀 110m の沈着量の比率が同様の箇所が連続的に存在していることが確認された。また、福島第一原発から南側及び北側の福島県沿岸部において、福島県中通りから群馬県までの地域に比べて、セシウム 137 に対する銀 110m の沈着量の比率が高い箇所が存在していることが確認された。

○なお、ガンマ線放出核種の測定結果の妥当性を検証するため、今回の調査で測定されたセシウム 134 の沈着量とセシウム 137 の沈着量との相関関係を確認したところ、測定地点によらず非常に良い相関を示しているほか、in-situ 測定の結果から求められた空間線量率と in-situ 測定を実施した箇所で NaI サーベイメータにより測定された空間線量率が良く一致していることから、ガンマ線放出核種の測定は適切に行われていることが確認された。（詳細は別紙 7 参照）

○また、今回の調査で測定されたセシウム 137 の沈着量の結果を日本全国で測定された航空機モニタリングの測定結果（セシウム 137 の沈着量）^{※10} をマップ上に記したところ、別紙 8 に見られるように、今回の調査におけるセシウム 137 の測定結果は、局所的には測定手法の違いに伴う差が見られるものの、全体の傾向として、航空機モニタリングで測定された結果と同様の傾向を示していることが確認された。

※10：「①北海道の航空機モニタリングの測定結果、及び②東日本全域の航空機モニタリングの結果の天然核種の影響を詳細に考慮した改訂について」（平成 24 年 7 月 27 日公表）における参考 4 の日本全国の航空機モニタリングの測定結果（セシウム 137 の沈着量）

4.3 ストロンチウム 89、90 の測定結果に関する考察

①福島第一原発の事故由来の放射性ストロンチウムの沈着範囲に関する考察

○今回の調査では検出下限値を第 1 次分布状況調査時の約 3 分の 1 にしてストロンチウム 89、90 の沈着量の測定を実施したが、ストロンチウム 89 については、ストロンチウム 89 の物理的半減期が短いことから、福島第一原発から 80 km 圏外においては検出されなかった。

また、ストロンチウム 90 については検出されたものの、福島第一原発の事故前の平成 11～21 年度の全国調査の観測値と比較したところ、いずれの調査箇所でも過去の大気圏内核実験の影響による範囲^{※1}内であった。

これらのことから、今回の調査結果からは、福島第一原発から 80km 圏外においては、福島第一原発の事故由来の放射性ストロンチウムは確認されなかった。

※11：ストロンチウム 90：検出下限値～950Bq/m³（検出された値の平均値：79Bq/m³）

- 他方で、「都道府県別環境放射能水準調査（月間降下物）におけるストロンチウム 90 の分析結果について」（平成 24 年 7 月 24 日公表）の測定結果においては、主に平成 23 年 3 月もしくは 4 月に 10 都県^{※12}で採取された月間降下物中のストロンチウム 90 の放射能濃度^{※13}が、事故前の平成 11～21 年度（11 年間）に全国で観測されたストロンチウム 90 の放射能濃度の最大値^{※14}を超えていることが確認されている。このことを考慮すると、10 都県については、福島第一原発の事故に伴うストロンチウム 90 の降下の可能性は考えられるものの、事故前に観測されている土壌へのストロンチウム 90 の沈着量のレベルに影響を及ぼす程の降下はなかったものと考えられる。

※12：秋田県、岩手県、茨城県、神奈川県、群馬県、埼玉県、東京都、栃木県、千葉県、山形県

※13：各都道府県が設置した大型の水盤において、1ヶ月間の間に大気中から雨風等に伴い降下したちり等の降下物を収集した上で、収集した試料について、ストロンチウム 90 のベータ線を測定するもの。

※14：環境放射能水準調査で平成 12 年 4 月～平成 23 年 2 月の月間降下物の結果。この期間で検出されたストロンチウム 90 は過去の核実験等の影響によるものであり、最大値の 0.30MBq/km²（0.30Bq/m²）は平成 18 年 2 月に北海道で観測された値。

②相馬市（第 1 地点）周辺で採取された土壌試料の測定結果に関する考察

- 今回の調査では、第 1 次分布状況調査で Sr-89、90/Cs-137 が最も大きかった調査箇所である相馬市（第 1 地点）周辺における放射性ストロンチウムの沈着状況を確認するため、昨年 6 月に採取した土壌試料 13 試料について、今回、新たにストロンチウム 89、90 の沈着量を測定したが、これらの箇所ではストロンチウム 89 は不検出であり、検出されたストロンチウム 90 の沈着量についても、第 1 次分布状況調査において相馬市（第 1 地点）で測定されたストロンチウム 90 の沈着量に対して、約 50 分の 1～約 25 分の 1 程度と非常に小さい値であった。このことから、相馬市（第 1 地点）周辺の地域的な特徴として、放射性セシウムに対する放射性ストロンチウムの沈着量の比率が特別に高いということではなく、放射性ストロンチウムの土壌への沈着の状況が、放射性セシウムよりもバラツキが大きいことが確認された。

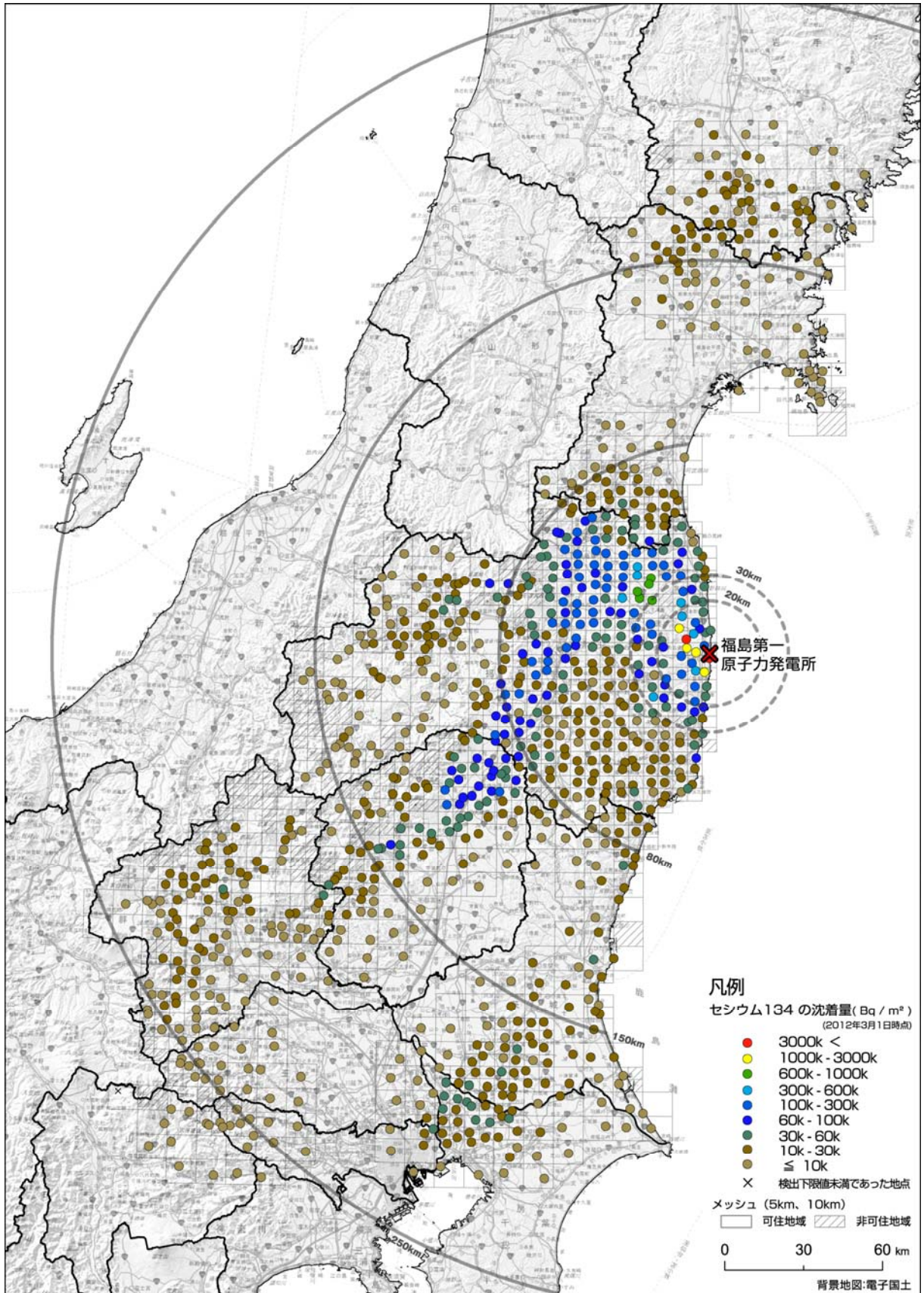
- また、第 1 次分布状況調査で相馬市（第 1 地点）のストロンチウム 89、90 の沈着量を測定するために使用した土壌試料のうち、残りの 30g の土壌試料を用いてストロンチウム 89、90 の沈着量を再測定したところ、ストロンチウム 89、ストロンチウム 90 双方とも不検出であり、同一の調査地点（相馬市（第 1 地点））で採取された 100g の土壌試料内においても放射性ストロンチウムの沈着量が変動することが確認された。

- そこで、ストロンチウム 90 の沈着量の変動要因の確認のため、第 1 次分布状況調査の結果について、セシウム 137 に対するストロンチウム 90 の沈着量の比率の変動状況を確認したところ、別紙 9 に示すように、多くの調査箇所におけるストロンチウム 90 の沈着量はセシウム 137 の沈着量の 1000 分の 1 程度であることが確認された。ただし、相馬市（第 1 地点）における測定結果（第 1 次分布状況調査で測定）のように、ごくまれにストロ

ンチウム 90 の沈着量がセシウム 137 の沈着量の 10 分の 1 程度まで変動している場合があることが確認された。

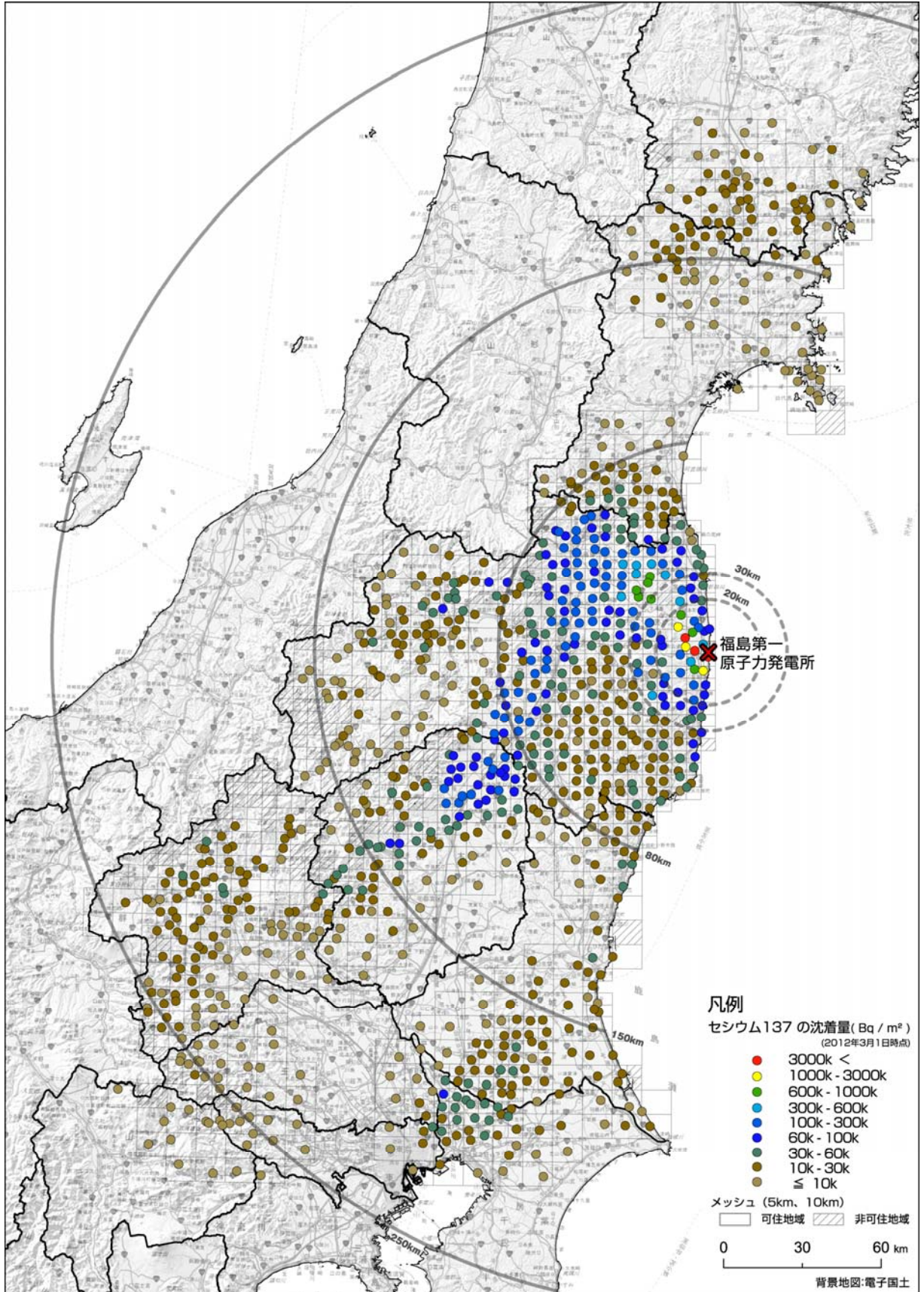
<担当> 文部科学省 原子力災害対策支援本部
加藤（かとう）（内線 4604、4605）
電話：03-5253-4111（代表）

セシウム134の核種分析結果（第2次分布状況調査の結果）

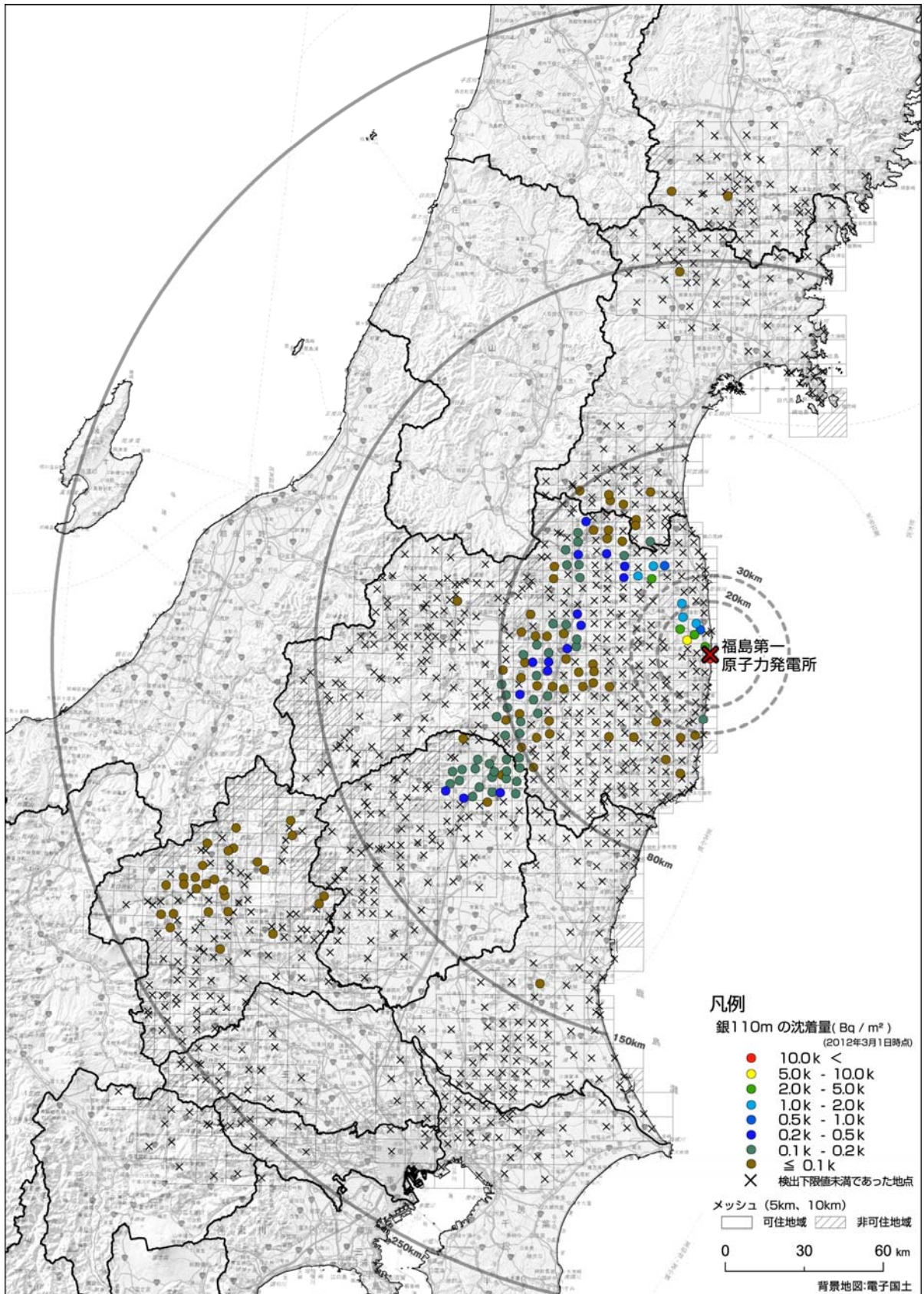


※地図中の×印は、今回の調査箇所(第2次分布状況調査)のうち、測定結果が検出下限値未満であった箇所

セシウム137の核種分析結果（第2次分布状況調査の結果）



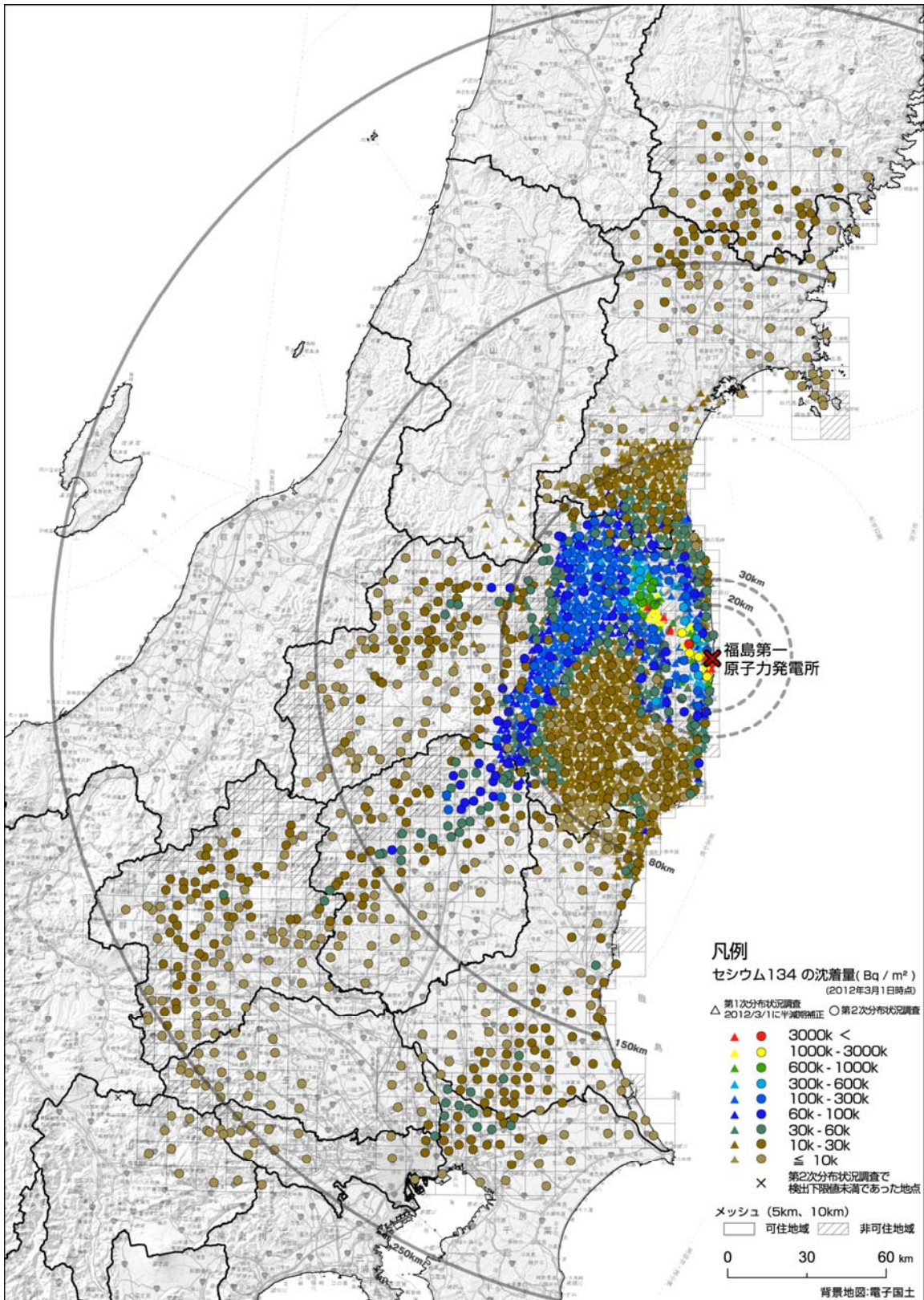
銀110mの核種分析結果（第2次分布状況調査の結果）



※地図中の×印は、今回の調査箇所(第2次分布状況調査)のうち、測定結果が検出下限値未満であった箇所

セシウム134の核種分析結果

(第2次分布状況調査の結果に第1次分布状況調査の結果※1を追加)

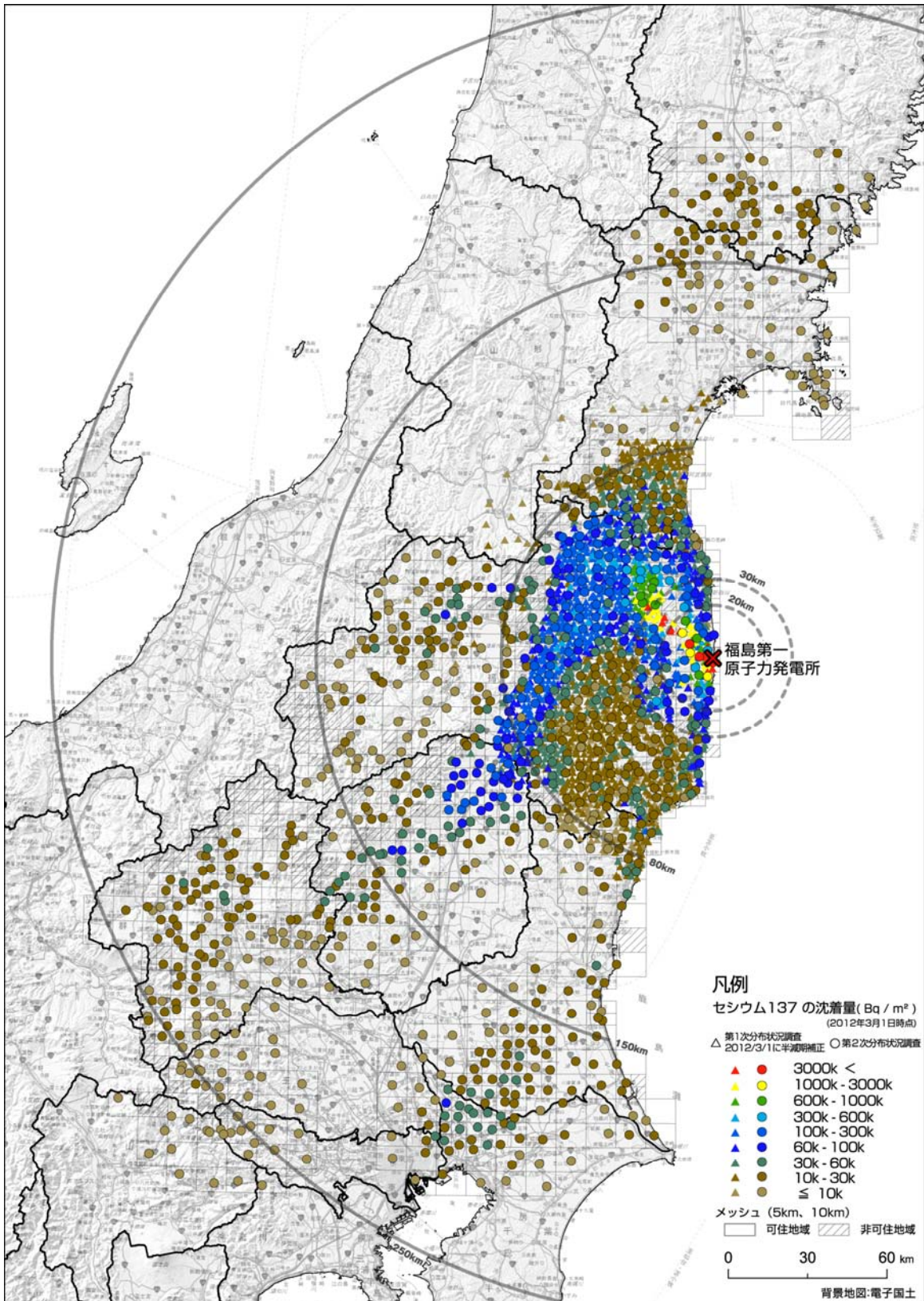


※1: 第1次分布状況調査の結果は、セシウム134の物理的半減期(2.0648年)を考慮して、平成24年3月1日時点の値に補正

※2: 地図中の×印は、今回の調査箇所(第2次分布状況調査)のうち、測定結果が検出下限値未満であった箇所

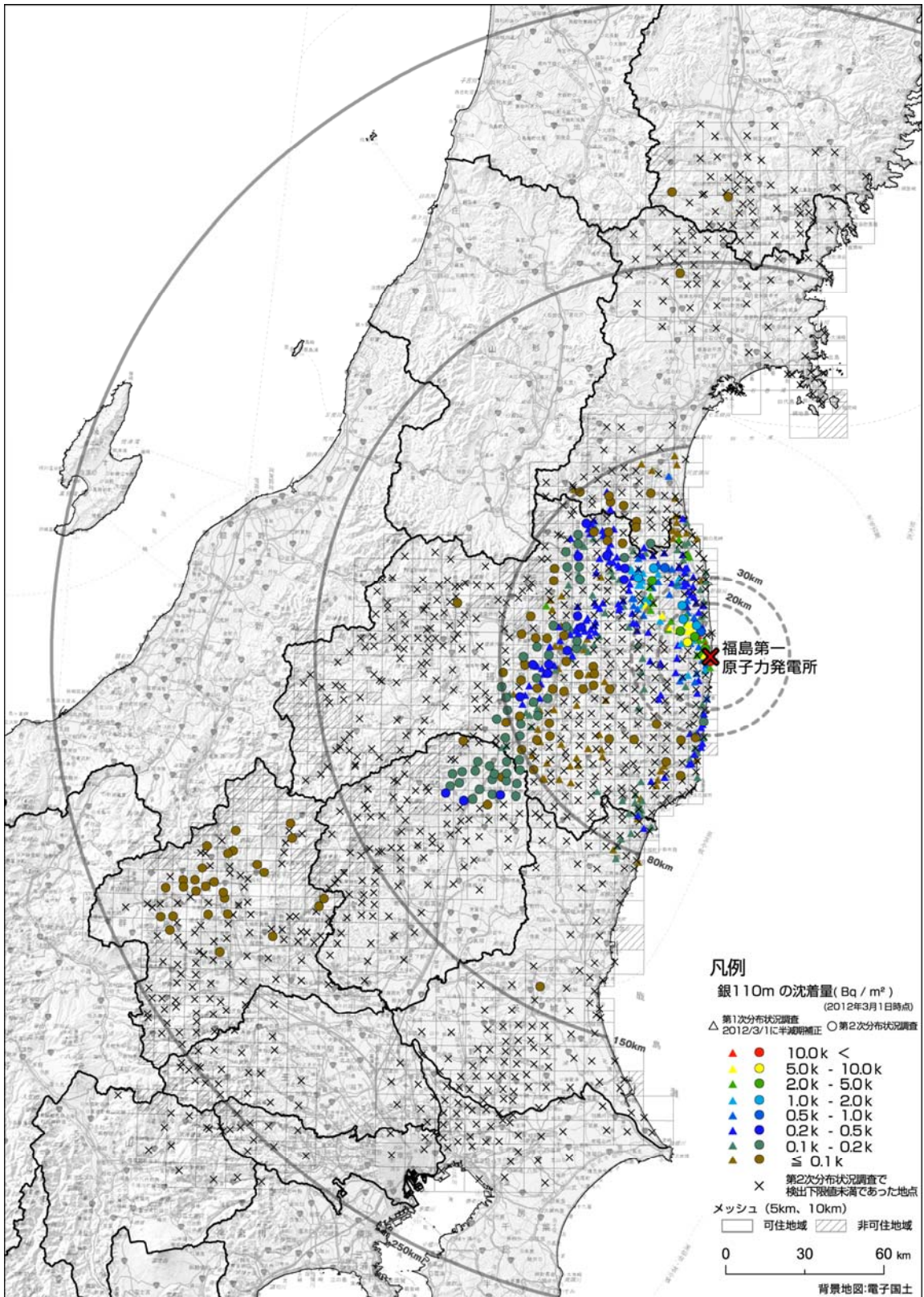
セシウム137の核種分析結果

(第2次分布状況調査の結果に第1次分布状況調査の結果※1を追加)



※第1次分布状況調査の結果は、セシウム137の物理的半減期(30.1671年)を考慮して、平成24年3月1日時点の値に補正

銀110mの核種分析結果 (第2次分布状況調査の結果に第1次分布状況調査の結果※1を追加)



※1: 第1次分布状況調査の結果は、銀110mの物理的半減期(249.95日)を考慮して、平成24年3月1日時点の値に補正

※2: 地図中の×印は、今回の調査箇所(第2次分布状況調査)のうち、測定結果が検出下限値未満であった箇所

ストロンチウム89、90の核種分析結果(第2次分布状況調査)(平成24年1月13日時点)

調査項目	No.	都道府県名	市町村名	緯度	経度	ストロンチウム89(Bq/m ²)	ストロンチウム90(Bq/m ²)	IAEA-TEC-DOC1162の換算係数を用いた 50年間の積算実効線量(mSv) (平成24年1月13日時点)		
						※測定結果が検出下限値未満(不検出)の場合、上段に「不検出」、下段に「検出下限値」を記載	※測定結果が検出下限値未満(不検出)の場合、上段に「不検出」、下段に「検出下限値」を記載	ストロンチウム89	ストロンチウム90	
第1次分布状況調査において、セシウム137に対するストロンチウム89、90の沈着量の比率が他の調査箇所と比べて非常に大きかった箇所(相馬市(第1地点)周辺の調査箇所)の測定結果	相馬市(第1地点)で採取された5試料のうち、第1次分布状況調査で分析していない4試料の測定結果	1	福島県	相馬市	37.79617	140.91464	不検出 (検出下限値:550)	不検出 (検出下限値:62)	—	—
	2	37.79617			140.91464	不検出 (検出下限値:590)	不検出 (検出下限値:75)	—	—	
	3	37.79617			140.91464	不検出 (検出下限値:520)	57	—	1.2E-03	
	4	37.79617			140.91464	不検出 (検出下限値:470)	53	—	1.1E-03	
	5	37.78872			140.94442	不検出 (検出下限値:180)	89	—	1.9E-03	
	6	37.78739			140.89053	不検出 (検出下限値:140)	不検出 (検出下限値:56)	—	—	
	7	37.7971			140.87977	不検出 (検出下限値:210)	52	—	1.1E-03	
	8	37.81253			140.93494	不検出 (検出下限値:490)	60	—	1.3E-03	
	9	37.80664			140.91836	不検出 (検出下限値:130)	91	—	1.9E-03	
	10	37.80517			140.89547	不検出 (検出下限値:460)	不検出 (検出下限値:59)	—	—	
	11	37.82450			140.94047	不検出 (検出下限値:480)	65	—	1.4E-03	
	12	37.82344			140.91789	不検出 (検出下限値:150)	46	—	9.7E-04	
	13	37.82283			140.89531	不検出 (検出下限値:350)	52	—	1.1E-03	
福島第一原子力発電所から80km圏外における空間線量率が0.2μSv/h以上の地域の調査箇所から採取された土壌試料の測定結果	14	福島県	会津美里町	37.47514	139.81851	不検出 (検出下限値:170)	不検出 (検出下限値:25)	—	—	
	15		会津若松市	37.52814	139.95890	不検出 (検出下限値:170)	不検出 (検出下限値:25)	—	—	
	16		喜多方市	37.64364	139.77026	不検出 (検出下限値:130)	不検出 (検出下限値:19)	—	—	
	17		白河市	37.10048	140.22464	不検出 (検出下限値:220)	47	—	9.9E-04	
	18		須賀川市	37.31635	140.13693	不検出 (検出下限値:110)	17	—	3.6E-04	
	19		西郷村	37.20567	140.11722	不検出 (検出下限値:150)	29	—	6.1E-04	
	20		西郷村	37.11828	140.11592	不検出 (検出下限値:420)	130	—	2.7E-03	
	21	岩手県	一関市	38.89489	141.07870	不検出 (検出下限値:170)	82	—	1.7E-03	
	22		一関市	38.96920	141.17303	不検出 (検出下限値:100)	不検出 (検出下限値:15)	—	—	
	23		奥州市	39.00941	141.09741	不検出 (検出下限値:87)	不検出 (検出下限値:13)	—	—	
	24	宮城県	石巻市	38.35123	141.42111	不検出 (検出下限値:140)	40	—	8.4E-04	
	25		栗原市	38.80324	140.90665	不検出 (検出下限値:150)	不検出 (検出下限値:22)	—	—	
	26	茨城県	稲敷市	35.94495	140.33894	不検出 (検出下限値:100)	29	—	6.2E-04	
	27		小美玉市	36.15421	140.33113	不検出 (検出下限値:120)	52	—	1.1E-03	
28	鹿嶋市		35.94371	140.64966	不検出 (検出下限値:89)	不検出 (検出下限値:18)	—	—		
29	大子町		36.86988	140.30412	不検出 (検出下限値:71)	不検出 (検出下限値:21)	—	—		
30	つくばみらい市		35.97949	140.04459	不検出 (検出下限値:120)	21	—	4.4E-04		
31	土浦市		36.03006	140.16188	不検出 (検出下限値:63)	不検出 (検出下限値:21)	—	—		
32	日立市		36.69354	140.70723	不検出 (検出下限値:110)	14	—	2.9E-04		

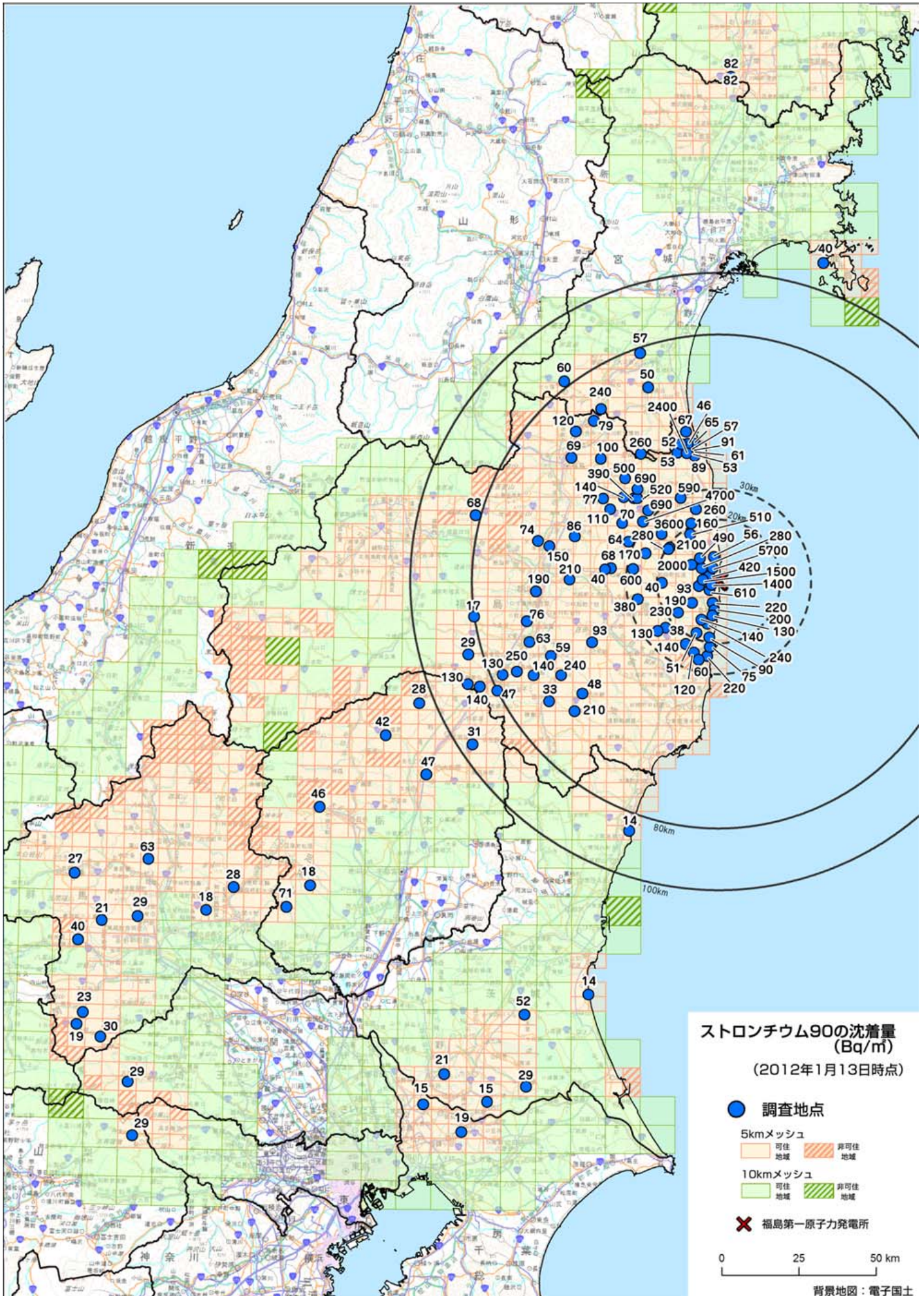
ストロンチウム89、90の核種分析結果(第2次分布状況調査)(平成24年1月13日時点)

調査項目	No.	都道府県名	市町村名	緯度	経度	ストロンチウム89(Bq/m ²)	ストロンチウム90(Bq/m ²)	IAEA-TEC-DOC1162の換算係数を用いた 50年間の積算実効線量(mSv) (平成24年1月13日時点)		
						※測定結果が検出下限値未満(不検出)の場合、上段に「不検出」、下段に「検出下限値」を記載	※測定結果が検出下限値未満(不検出)の場合、上段に「不検出」、下段に「検出下限値」を記載	ストロンチウム89	ストロンチウム90	
福島第一原子力発電所から80km圏外における空間線量率が0.2μSv/h以上の地域の調査箇所で採取された土壌試料の測定結果	33		銚田市	36.21425	140.56206	不検出 (検出下限値:52)	14	—	3.0E-04	
	34		龍ヶ崎市	35.89949	140.19910	不検出 (検出下限値:55)	15	—	3.1E-04	
	35	栃木県	鹿沼市	36.52543	139.55217	不検出 (検出下限値:110)	18	—	3.8E-04	
	36		佐野市	36.46167	139.46707	不検出 (検出下限値:190)	71	—	1.5E-03	
	37		那須町	36.94339	140.13573	不検出 (検出下限値:150)	31	—	6.6E-04	
	38		那須塩原市	37.06120	139.93977	不検出 (検出下限値:220)	28	—	5.9E-04	
	39		那須塩原市	36.96690	139.81949	不検出 (検出下限値:140)	42	—	8.9E-04	
	40		那須塩原市	36.85414	139.96886	不検出 (検出下限値:210)	47	—	9.9E-04	
	41		日光市	37.05702	139.73578	不検出 (検出下限値:140)	不検出 (検出下限値:20)	—	—	
	42		日光市	36.95863	139.57088	不検出 (検出下限値:150)	不検出 (検出下限値:22)	—	—	
	43		日光市	36.89278	139.70801	不検出 (検出下限値:200)	不検出 (検出下限値:29)	—	—	
	44		日光市	36.75551	139.58237	不検出 (検出下限値:200)	46	—	9.7E-04	
	45		日光市	36.63339	139.43752	不検出 (検出下限値:100)	不検出 (検出下限値:15)	—	—	
	46		群馬県	安中市	36.35537	138.71605	不検出 (検出下限値:100)	40	—	8.5E-04
	47			上野村	36.10814	138.71809	不検出 (検出下限値:100)	19	—	3.9E-04
	48	上野村		36.07287	138.80515	不検出 (検出下限値:76)	29	—	6.2E-04	
	49	桐生市		36.51719	139.27478	不検出 (検出下限値:98)	28	—	5.9E-04	
	50	渋川市		36.56316	139.06906	不検出 (検出下限値:150)	不検出 (検出下限値:22)	—	—	
	51	下仁田町		36.20153	138.77579	不検出 (検出下限値:140)	不検出 (検出下限値:21)	—	—	
	52	高崎市		36.42698	138.92967	不検出 (検出下限値:110)	29	—	6.0E-04	
	53	高崎市		36.41309	138.80089	不検出 (検出下限値:100)	21	—	4.3E-04	
	54	高山村		36.59476	138.96515	不検出 (検出下限値:180)	63	—	1.3E-03	
	55	長野原町		36.54968	138.69884	不検出 (検出下限値:130)	27	—	5.7E-04	
56	南牧村	36.14361		138.73964	不検出 (検出下限値:81)	23	—	4.9E-04		
57	東吾妻町	36.51876		138.90286	不検出 (検出下限値:91)	不検出 (検出下限値:18)	—	—		
58	前橋市	36.44847		139.17787	不検出 (検出下限値:100)	18	—	3.7E-04		
59	埼玉県	秩父市	35.94260	138.90637	不検出 (検出下限値:96)	29	—	6.0E-04		
60	千葉県	印西市	35.81027	140.10785	不検出 (検出下限値:120)	19	—	3.9E-04		
61		柏市	35.89024	139.97018	不検出 (検出下限値:97)	15	—	3.1E-04		
62	東京都	奥多摩町	35.84206	139.04272	不検出 (検出下限値:58)	不検出 (検出下限値:19)	—	—		
63	山梨県	丹波山村	35.78685	138.92648	不検出 (検出下限値:96)	29	—	6.0E-04		

※) 測定結果は、今回の調査で土壌採取をした期間の中間の期日である平成24年1月13日時点の値に補正を行った

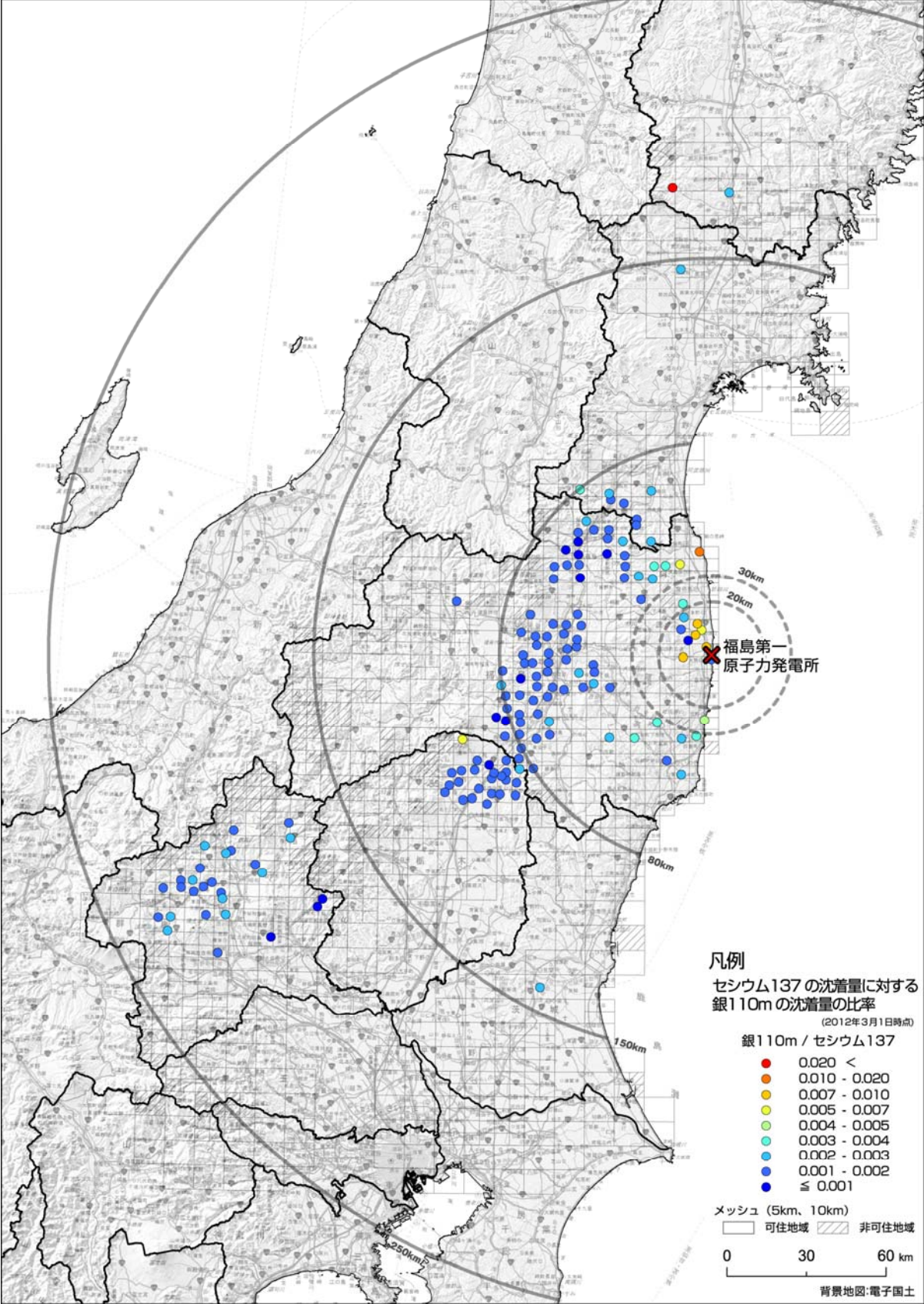
ストロンチウム90の測定結果

(第2次分布状況調査の結果に第1次分布状況調査※1の結果を追加)



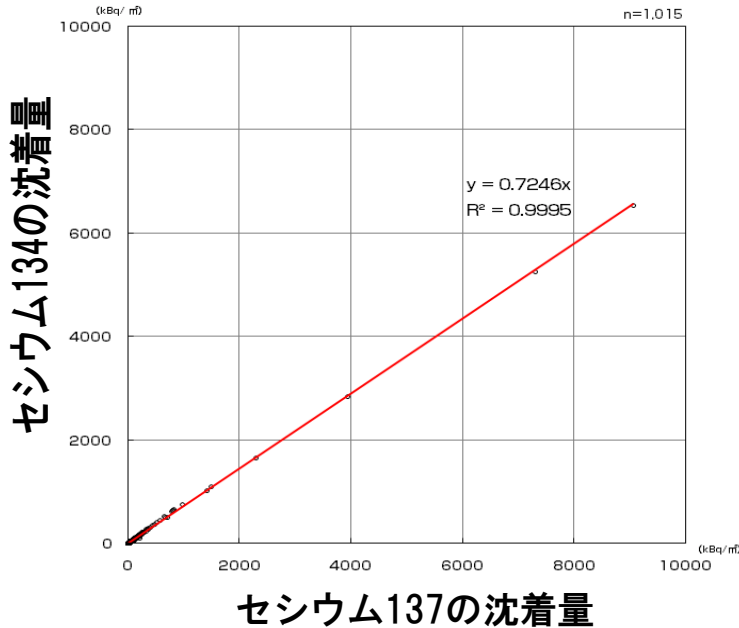
※1：第1次分布状況調査の結果は、ストロンチウム90の物理的半減期(28.79年)を考慮して、平成24年2月9日時点の値に補正

セシウム137に対する銀110mの沈着量の比率マップ（第2次分布状況調査の結果）

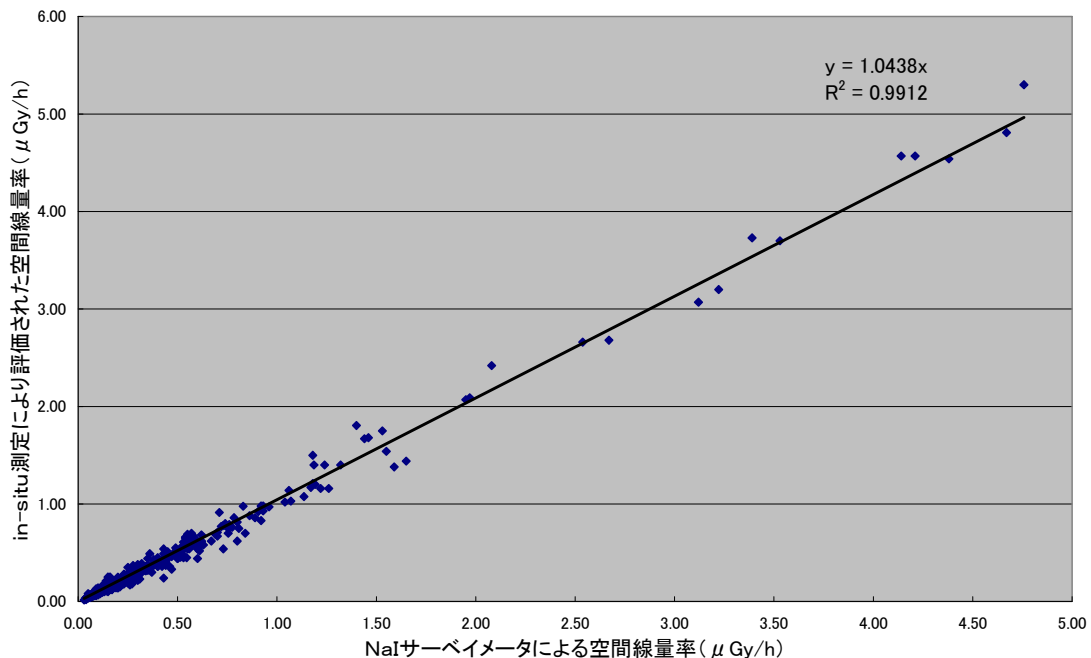


第2次分布状況調査におけるガンマ線放出核種の測定手法の妥当性

セシウム134の沈着量とセシウム137の沈着量は、測定箇所によらず、非常に良い相関関係にあるほか、in-situ測定の結果から求められた空間線量率とin-situ測定を実施した箇所で測定したNaIサーベイメータにより測定された空間線量率が良く一致していることから、今回の調査において、ガンマ線放出核種の測定が適切に実施されていることが確認された。

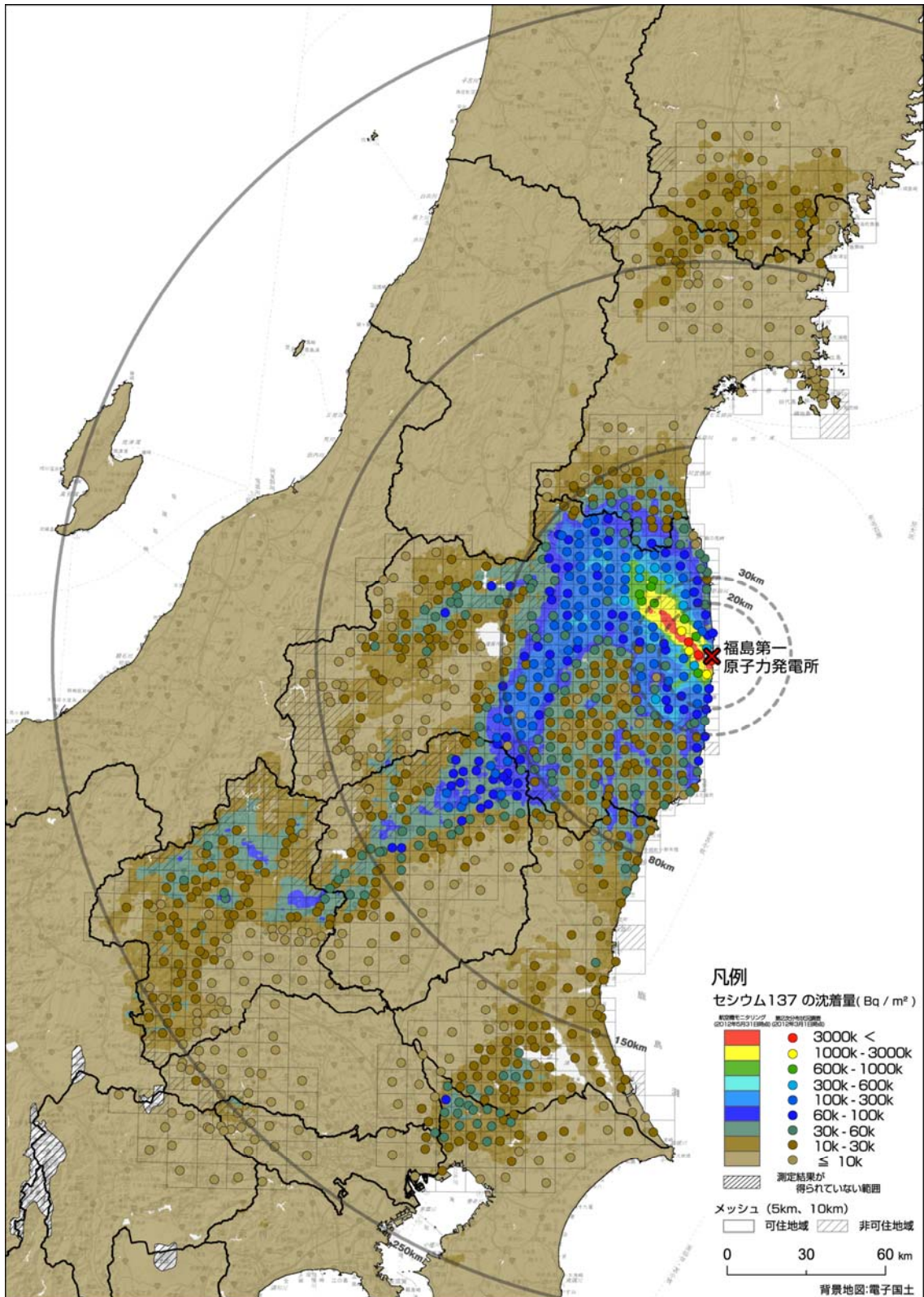


図：今回の調査におけるセシウム134の沈着量とセシウム137の沈着量の関係



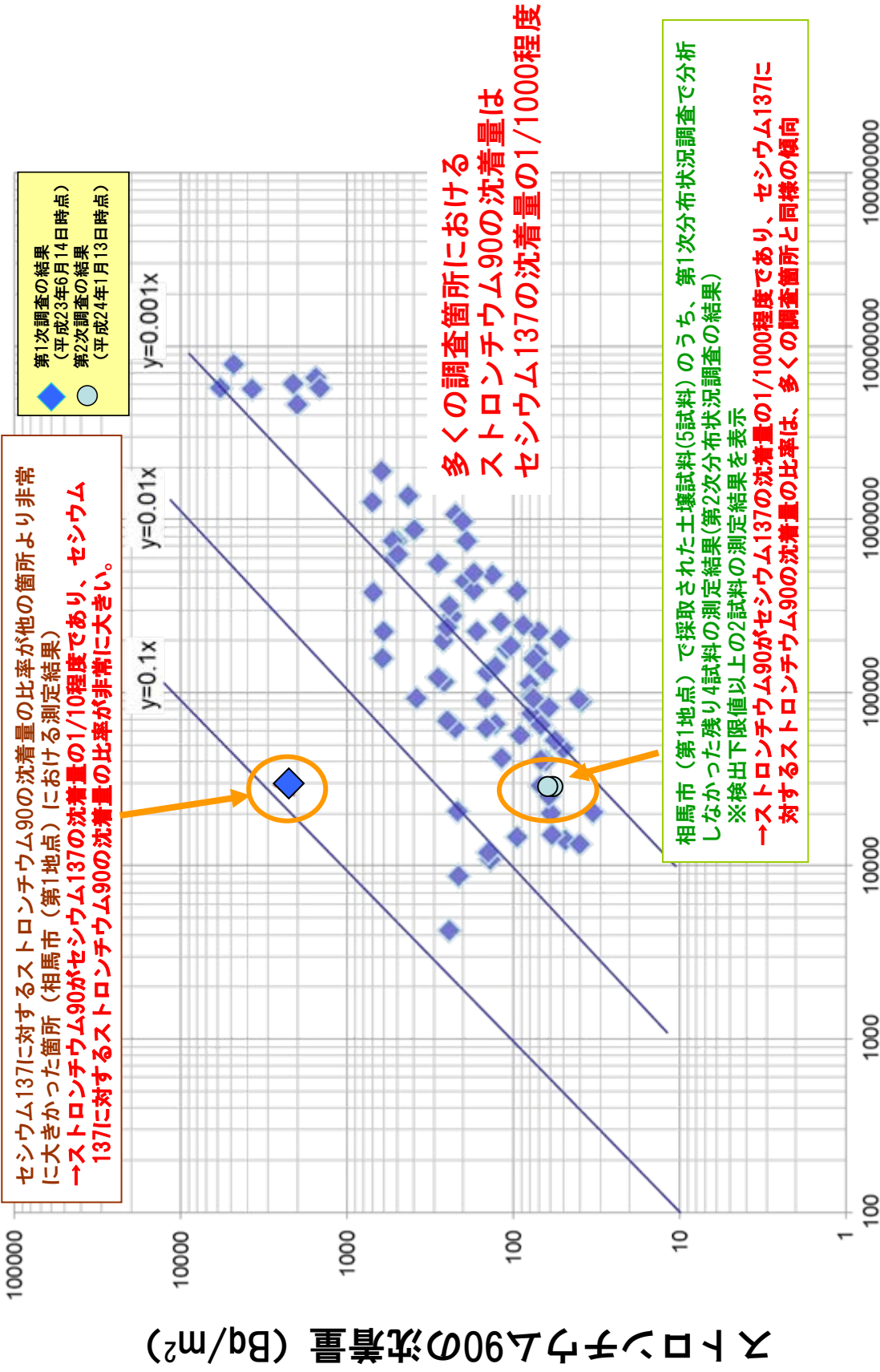
図：in-situ測定を実施した箇所でNaIサーベイメータにより測定された空間線量率とin-situ測定の結果から求められた空間線量率の関係

航空機モニタリングの結果とセシウム137の土壤濃度マップ (第2次分布状況調査) の比較について



※背景地図は、「①北海道の航空機モニタリングの測定結果、及び②東日本全域の航空機モニタリングの結果の天然核種の影響を詳細に考慮した改訂について」(平成24年7月24日公表)の参考4の「日本全国の地表面へのセシウム137の沈着量」の航空機モニタリングのセシウム137の土壤濃度マップを使用。マップ上の○は、今回の調査におけるセシウム137の測定結果。

第1次分布状況調査におけるセシウム137に対するストロンチウム90の沈着量の比率

セシウム137の沈着量 (Bq/m²)



平成24年8月21日

文部科学省による、プルトニウム 238、239+240、241 の 核種分析の結果(第2次調査)について

昨年12月6日から実施してきました、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の第2次分布状況等調査のうち、プルトニウム 238、239+240、241 の核種分析の結果がまとまったので、お知らせします。

1. 今回の調査の実施目的

文部科学省では、昨年6月期の調査(以下、「第1次土壌調査」と言う。)において、東京電力(株)福島第一原子力発電所(以下、「福島第一原発」と言う。)から概ね100km圏内及びその圏外の福島県西部の約2,200箇所^{※1}で土壌試料を採取し、そのうち、福島第一原発から80km圏内の100箇所^{※2}で採取された土壌試料について、プルトニウム 238、239+240^{※2}について核種分析を実施した。(詳細は、「文部科学省による、プルトニウム、ストロンチウムの核種分析の結果について」(平成23年9月30日公表)参照)

その結果、各調査箇所におけるプルトニウム 238、239+240 の沈着量は、いずれも、福島第一原発の事故発生前に全国で観測されているプルトニウム 238、239+240 の測定値の範囲に収まるレベルであったが、一部の試料には福島第一原発の事故に伴い放出されたプルトニウムの影響が確認された。このため、福島第一原発の事故に伴い放出されたプルトニウム 238、239+240 の詳細な拡散状況を確認するためには、更なる調査が必要であった。

そこで、今回の調査(以下、「第2次土壌調査」と言う。)では、代表的なアルファ線放出核種であるプルトニウム 238、239+240 の詳細な拡散状況を把握するため、第1次土壌調査において調査対象範囲としなかった福島第一原発から80~100km圏内で採取された土壌試料について新たに核種分析を実施するとともに、第1次土壌調査においてプルトニウム 238、239+240 が検出された調査箇所の周辺で採取された土壌試料についても新たに核種分析を実施した。

また、今回の調査においては、プルトニウム 241 は被ばく線量評価上、換算係数はプルトニウム 238、239+240 と比べて1桁程度小さいものの、経済産業省原子力安全・保安院が公表している福島第一原発からの放射性物質の放出量試算値(平成23年10月20日公表)において、プルトニウム 238 の約63倍放出されていると試算されていることを考慮し、新たにプルトニウム 241 について分析することとした。

なお、プルトニウム 238、239+240、241 の測定結果は、第1次土壌調査時と同様に、当該分野の専門家の意見を踏まえ、測定結果の妥当性の検証を行った上で結果をまとめた。

※1: 第1次土壌調査では、福島第一原子力発電所から80 km圏内の可住地について、2 kmメッシュで1箇所、調査箇所を選定し、80~100 km圏内及びその圏外の福島県西部は10 kmメッシュで1箇所、調査箇所を選定した。また、各調査箇所では、3m四方の5地点からU-8容器を用いて表層5cmの土壌試料を採取した。

※2: プルトニウム239とプルトニウム240は、それぞれの核種が放出するアルファ線のエネルギーがほぼ等しいため、アルファ線核種の通常の分析では区別して定量できない。このため両核種の合計量として定量している。

2. 今回の調査の詳細

○今回の調査で分析した試料:

①プルトニウム238、239+240の分析(62箇所:62試料)

第1次土壌調査において採取した土壌試料(採取日:第1期6月6日~6月14日、第2期6月27日~7月8日)のうち、これまでに核種分析を実施していない以下の土壌試料を分析した。

- ・ 福島第一原発から80~100 km圏内で採取された土壌試料(8試料)
- ・ 第1次土壌調査において、福島第一原発の事故由来と考えられるプルトニウム238、239+240が検出されたメッシュに隣接するメッシュ内で採取された土壌試料(54試料)

②プルトニウム241の分析(62箇所:62試料)

プルトニウム241は低エネルギーのベータ線しか放出しないため、検出下限値を下げるのが難しく、精度の良い測定が困難である。

そこで、今回の調査では、第1次土壌調査でプルトニウム238、239+240が検出された試料を中心に再利用してプルトニウム241を分析し、プルトニウム238、239+240、241の沈着量の比率を求めることで、この比率を基にプルトニウム241を分析していない箇所におけるプルトニウム241の沈着量を推定可能か検討するため、以下のプルトニウム238、239+240を分析した後の試料(第1次土壌調査時にプルトニウムを測定した試料及び今回新たにプルトニウムを測定した後の試料)を分析した。

- ・ 第1次土壌調査においてプルトニウム238もしくはプルトニウム239+240が検出された、プルトニウム238、239+240の分析した後の試料(54試料)
- ・ 今回の調査で新たにプルトニウム238、239+240を分析した土壌試料のうち、福島第一原発から80~100km圏内で採取された土壌試料についてプルトニウム238、239+240を分析した後の試料(8試料)

○核種分析者:(財)日本分析センター

○対象項目:単位面積あたりの地表面へのプルトニウム238、239+240、241の沈着量【Bq/m²】

○調査方法:

①プルトニウム238、239+240

第1次土壌調査において採取した土壌試料のうち、50グラムを放射化学分析し、シリコン半導体検出器を用いて、約20時間、プルトニウム238、239+240のアルファ線を計測した。プルトニウム238、239+240ともに、検出下限値は約0.5Bq/m²である。

②プルトニウム 241

プルトニウム 238、239+240 についてアルファ線を測定した試料(電着板)を再利用し、再度、化学分離した上で、液体シンチレーションカウンタを用いて、約 500 分間、プルトニウム 241 のベータ線を計測した。プルトニウム 241 の検出下限値は約 50Bq/m²である。(なお、今回の調査では、プルトニウム 238、239+240 のアルファ線を測定した試料を再利用してプルトニウム 241 を分析する手法を用いた結果、検出下限値が上がることもある。)

3. 今回の調査結果

○今回の調査における核種分析の結果は別紙 1、2 のとおりである。(別紙 1:プルトニウム 238、239+240 の核種分析結果、別紙 2:プルトニウム 241 の核種分析結果)

○また、プルトニウム 238、239+240 の分布状況について確認するため、今回の測定結果に加えて、第 1 次土壤調査の測定結果、及び福島県が核種分析した結果を加えて、地図上に記したプルトニウム 238、239+240 の土壤濃度マップ^{※3}は別紙 3 のとおりである。

※3:本マップは、土壤表層近くに残留している単位面積あたりの放射エネルギーの分布状況を示しており、イメージをつかみやすくするため、便宜的に「土壤濃度マップ」と表現している。

○なお、上記の土壤濃度マップの作成にあたっては、以下の条件の下で作成した。

- ①第 1 次土壤調査の測定結果は、平成 23 年度科学技術戦略推進費「放射性物質による環境影響への対策基盤の確立『放射性物質の分布状況等に関する調査研究』」において、ある程度の広さを持った攪乱のない土地を選んで、文部科学省が 6 月 6 日から 7 月 8 日までの間に採取した土壤試料について核種分析した結果を用いた。
- ②福島県による調査結果は、福島県が福島第一原発の事故発生前後における県内の土壤中のプルトニウムの沈着量の変化を把握するため、過去の調査結果があり、沈着量を比較可能な地点(55 地点)について、平成 23 年 7 月 13 日～14 日、平成 23 年 8 月 10 日～10 月 13 日に土壤を採取し、核種分析した結果(プルトニウム 238、239+240 の沈着量)を用いた。(詳細は、「福島県における土壤の放射線モニタリング調査結果」(平成 24 年 4 月 6 日公表)を参照)
- ③プルトニウム 238、239+240 の土壤濃度マップの作成にあたっては、プルトニウム 238、239+240 の沈着状況の詳細を把握するため、第 2 次土壤調査の結果、及び福島県による調査結果を第 1 次土壤調査で作成したプルトニウム 238、239+240 の土壤濃度マップの基準日である平成 23 年 6 月 14 日時点の放射能濃度に半減期(プルトニウム 238:87.7 年、プルトニウム 239: 2.411×10^4 年、プルトニウム 240:6564 年)を考慮して補正した値をマップ上に記した。

4. 考察

4.1 全体的な考察

○第 1 次土壤調査の結果に加えて、今回の調査結果により、地点数は限られるものの、福島第一原子力発電所から 100km 圏内におけるプルトニウム 238、239+240 の拡散状況の概況を確認することができた。

○今回の調査において、プルトニウム 238、239+240、241 の沈着量の最高値が検出された調査

箇所、仮に 50 年間滞在した場合に生じる、土壌の再浮遊に由来する吸入被ばく、及び土壌からの外部被ばく線量の積算値(以下、「50 年間積算実効線量」と言う。)について、IAEA が提案している緊急事態時の被ばく評価方法^{※4}に基づき計算したところ、プルトニウム 238、239+240、241 の沈着量の最高値が検出された箇所における 50 年間積算実効線量は、セシウム 134 やセシウム 137 の沈着量の最高値が検出された箇所における 50 年間積算実効線量と比べて、非常に小さいことが確認された。この結果は、第 1 次土壌調査時と同様であった。

※4:IAEA-TECDOC-955、1162 に記載されている被ばくの評価手法。本手法では、放射性核種が沈着した地面上に留まると仮定し、放射性核種が地表面に沈着した後のある期間(最初の 1 ヶ月間、2 ヶ月目の 1 ヶ月間、50 年間)の積算実効線量を評価する手法を定めている。なお、この実効線量には外部被ばく線量及び再浮遊した放射性核種を吸入することによる預託線量が含まれる。また、積算実効線量の算出に当たっては、放射性核種の崩壊、核変換ならびにウェザリングの効果が考慮されている。加えて、放射性核種の再浮遊による吸入被ばくを安全側に評価するため、実際の事故時において観測されているよりも安全側の再浮遊係数として $10^{-6}/m$ を用いている。

(参考 1) 今回の調査において、プルトニウム 238、239+240 の沈着量の最高値が検出された箇所における 50 年間積算実効線量

- ①プルトニウム 238 ($11\text{Bq}/\text{m}^2$): 0.071mSv
(第 1 次土壌調査時の最高値 ($4.0\text{Bq}/\text{m}^2$) における 50 年間積算実効線量 0.027mSv)
- ②プルトニウム 239+240 ($19\text{Bq}/\text{m}^2$): 0.16mSv
(第 1 次土壌調査時の最高値 ($15\text{Bq}/\text{m}^2$) における 50 年間積算実効線量 0.12mSv)
- ③プルトニウム 241 ($150\text{Bq}/\text{m}^2$): 0.029mSv

(参考 2) 第 1 次調査において、セシウム 134、137 の沈着量の最高値が検出された箇所における 50 年間積算実効線量

- ④セシウム 134 ($1.4 \times 10^7\text{Bq}/\text{m}^2$): 71mSv
- ⑤セシウム 137 ($1.5 \times 10^7\text{Bq}/\text{m}^2$): 2.0Sv (2,000mSv)

○プルトニウム 238、239+240、241 の 50 年間積算実効線量は、第 1 次土壌調査時と同様にセシウム 134、137 の 50 年間積算実効線量に比べて非常に小さいことから、今後の被ばく線量評価や除染対策においては、これまでと同様にセシウム 134、137 の沈着量に着目していくことが適切であると考えられる。

4.2 プルトニウム 238、239+240 の測定結果に対する考察

○第 1 次土壌調査においては、平成 11~21 年度までの全国調査において観測されているプルトニウム 239+240 (プルトニウム 239 の半減期: 2.411×10^4 年、プルトニウム 240 の半減期: 6564 年) に対するプルトニウム 238 (半減期: 87.7 年) の沈着量の比率が全国平均で 0.031 程度であるのに対して、第 1 次土壌調査でプルトニウム 238、239+240 の双方が検出された 5 箇所の沈着量の比率は 0.33~2.2 程度と大きいことから、これらの箇所は、福島第一原発の事故に伴

い、新たに沈着したものと考えた。また、第1次土壌調査において、プルトニウム 239+240は検出されていないものの、プルトニウム 238が検出された1箇所についても、プルトニウム 239+240の検出下限値(約0.5Bq/m³)に対してプルトニウム 238の沈着量(0.57 Bq/m³)が大きいことから、同様に、福島第一原発の事故に伴い、新たに沈着したものと考えた。

- 他方で、今回の調査結果について、プルトニウム 239+240に対するプルトニウム 238の沈着量の比率を計算したところ、これらの比率は0.030~2.5程度であり、いくつかの箇所で、事故前の平成11~21年度までの全国調査で観測されているプルトニウム 239+240に対するプルトニウム 238の沈着量の比率(平均値:0.031、最小値:0.012、最大値:0.120)に比べ、大きな比率を有する箇所が確認された。
- そこで、今回の調査結果について、福島第一原発の事故に伴い、新たにプルトニウム 238、239+240が沈着したか確認するため、事故前の平成11~21年度までの全国調査で観測されているプルトニウム 239+240に対するプルトニウム 238の沈着量の比率(以下、「事故前のPu238/Pu239+240」と言う。)が対数正規分布となると仮定して、統計的に事故前のPu238/Pu239+240から外れる比率を有する箇所(10箇所)は、福島第一原発の事故に伴い、新たにプルトニウム 238、239+240が沈着した可能性があるかと判断することとした。(詳細は別紙4参照)
- なお、本調査で確認されたプルトニウム 238、239+240の沈着量は、1箇所で検出されたプルトニウム 238の沈着量の値を除き、いずれの箇所においても、事故前の平成11~21年度までの全国で観測されたプルトニウム 238、239+240の測定値の範囲(過去の大気圏内核実験の影響による範囲^{※6})に入るレベルであった。また、今回の調査で事故前に観測されたプルトニウム 238の沈着量の最大値を超えた1箇所のプルトニウム 238の沈着量は、事故前のプルトニウム 238の沈着量の最大値の1.4倍程度であった。
※6:プルトニウム 238:検出下限値~8.0Bq/m³(平均値:1.0Bq/m³)、プルトニウム 239+240:検出下限値~220Bq/m³(平均値:16Bq/m³)

4.3 プルトニウム 241の測定結果に関する考察

- 今回の調査では、
 - ・プルトニウム 238、239+240を測定した試料を再利用してプルトニウム 241を分析する手法を用いたこと
 - ・プルトニウム 238、239+240の測定で使用した土壌試料量(50グラム)は、プルトニウム 241を有意に検出するためには少なかったことから、プルトニウム 241の検出下限値が下ならず、検出下限値以上のプルトニウム 241を測定できた試料は3試料であった。
- このため、本調査で目的とした、プルトニウム 238、239+240、241の沈着量の比率について、より明確に確認することはできなかった。
- なお、今回の調査では、第1次土壌調査においてプルトニウム 238もしくはプルトニウム 238、239+240が検出された土壌試料(6試料)のうち、3試料についてプルトニウム 241が検出されたが、これらの試料は、いずれも、プルトニウム 238、239+240、及び241の放出量試算値の比

率(原子力安全・保安院が試算したプルトニウム 241 の放出量推計値はプルトニウム 238、239 +240 に比べて 1 桁以上大きい)と同様の傾向で、プルトニウム 238、239+240 に対するプルトニウム 241 の沈着量の比率が大きいことが確認された。

(参考 3)土壌に沈着したプルトニウム 241 とプルトニウム 238、239+240 の比率(3 試料)

- ・プルトニウム 241 の沈着量/プルトニウム 238 の沈着量: 38~76(平均 57)
- ・プルトニウム 241 の沈着量/プルトニウム 239+240 の沈着量:71~85(平均 78)

(参考 4)プルトニウム 238、239+240 に対するプルトニウム 241 の放出量推計値の比率(原子力安全・保安院試算(平成 23 年 10 月 20 日))

- ・プルトニウム 241 の放出量推計値/プルトニウム 238 の放出量推計:63
- ・プルトニウム 241 の放出量推計値/プルトニウム 239+240 の放出量推計値:188

5. 今後の予定

- 第 1 次土壌調査及び今回の調査から、福島第一原発から北西方向にプルトニウム 238、239 +240 が分布していることが確認されてきたものの、プルトニウム 238、239+240 の土壌濃度マップを更に精緻化するため、平成 24 年度の調査においては、これまでの調査から事故由来と思われるプルトニウム 238、239+240 が検出されている調査箇所の周辺や、セシウム 137 等が高い沈着量を示している調査箇所を中心に新たに土壌試料を採取し、核種分析を実施することを検討している。
- また、プルトニウム 238、239+240、241 の沈着量の比率を引き続き求めていくため、平成 24 年度の調査においては、第 1 次土壌調査、及び今回の調査でプルトニウム 238、239+240 が検出された箇所の周辺で、今回の調査で使用した土壌試料量(50グラム)の倍の 100 グラム程度の土壌試料を新たに採取し、核種分析を実施することを検討している。

<担当> 文部科学省 原子力災害対策支援本部
加藤 (内線 4604、4605)
電話 : 03-5253-4111 (代表)

プルトニウム238、239+240の核種分析結果(第2次土壌調査)

別紙1

No.	県名	市町村名	緯度	経度	プルトニウム238(Bq/m ²)	プルトニウム239+240(Bq/m ²)	プルトニウム238/ プルトニウム 239+240	IAEA-TEC-DOC1162の換算係数を用いた50年間の積算実効線量(mSv)	
								プルトニウム238	プルトニウム239+240
1	福島県	会津若松市	37.467139	140.011417	不検出 (検出下限値:1.4)	不検出 (検出下限値:1.4)	—	—	—
2	福島県	飯館村	37.603028	140.785278	1.0	6.6	0.16	6.9E-03	5.6E-02
3			37.607583	140.766556	不検出 (検出下限値:0.87)	16	—	—	1.3E-01
4			37.609750	140.731111	不検出 (検出下限値:0.77)	0.81	—	—	6.9E-03
5			37.625389	140.810528	0.81	12	0.067	5.4E-03	1.0E-01
6			37.628806	140.773111	0.69	2.0	0.35	4.5E-03	1.7E-02
7			37.644583	140.808778	0.73	3.2	0.23	4.8E-03	2.7E-02
8			37.664222	140.732806	不検出 (検出下限値:1.3)	不検出 (検出下限値:1.3)	—	—	—
9			37.690611	140.733944	不検出 (検出下限値:0.64)	7.4	—	—	6.3E-02
10			37.704250	140.713139	不検出 (検出下限値:0.61)	0.62	—	—	5.3E-03
11			37.715694	140.694722	不検出 (検出下限値:0.72)	不検出 (検出下限値:0.72)	—	—	—
12			37.720194	140.720972	不検出 (検出下限値:0.59)	1.6	—	—	1.3E-02
13			37.746778	140.713889	不検出 (検出下限値:1.5)	不検出 (検出下限値:0.73)	—	—	—
14			37.735528	140.697833	不検出 (検出下限値:1.4)	不検出 (検出下限値:1.4)	—	—	—
15			福島県	いわき市	37.255472	140.711583	不検出 (検出下限値:0.70)	1.1	—
16	37.126667	140.843778			不検出 (検出下限値:0.62)	不検出 (検出下限値:0.55)	—	—	—
17	37.086111	140.962778			不検出 (検出下限値:1.5)	3.0	—	—	2.5E-02
18	37.048306	140.792806			不検出 (検出下限値:0.41)	不検出 (検出下限値:0.41)	—	—	—
19	福島県	大熊町	37.414611	140.944611	不検出 (検出下限値:0.97)	7.5	—	—	6.4E-02
20			37.389833	140.957083	0.44	1.6	0.28	2.9E-03	1.3E-02
21			37.396806	140.999056	不検出 (検出下限値:1.5)	1.6	—	—	1.4E-02
22			37.409667	140.997111	不検出 (検出下限値:1.2)	不検出 (検出下限値:1.2)	—	—	—
23			37.411694	141.005806	不検出 (検出下限値:1.1)	0.52	—	—	4.5E-03
24	福島県	川内村	37.351611	140.892583	不検出 (検出下限値:1.2)	不検出 (検出下限値:1.2)	—	—	—
25			37.307806	140.823028	不検出 (検出下限値:0.33)	0.35	—	—	3.0E-03
26	福島県	郡山市	37.343694	140.330111	不検出 (検出下限値:1.4)	不検出 (検出下限値:1.4)	—	—	—
27	福島県	下郷町	37.303278	139.930806	不検出 (検出下限値:0.74)	1.6	—	—	1.4E-02
28	福島県	相馬市	37.796167	140.914639	不検出 (検出下限値:1.6)	0.98	—	—	8.3E-03
29	福島県	伊達市	37.724000	140.662417	不検出 (検出下限値:0.86)	1.4	—	—	1.2E-02
30			37.744139	140.656972	不検出 (検出下限値:0.53)	不検出 (検出下限値:0.53)	—	—	—
31			37.710561	140.650105	不検出 (検出下限値:0.62)	不検出 (検出下限値:0.62)	—	—	—

プルトニウム238、239+240の核種分析結果(第2次土壌調査)

別紙1

No.	県名	市町村名	緯度	経度	プルトニウム238(Bq/m ²)	プルトニウム239+240(Bq/m ²)	プルトニウム238/ プルトニウム 239+240	IAEA-TEC-DOC1162の換算係数を用いた50年間の積算実効線量(mSv)	
								プルトニウム238	プルトニウム239+240
32	福島県	田村市	37.458139	140.718333	不検出 (検出下限値:1.2)	10	—	—	8.5E-02
33	福島県	富岡町	37.372306	140.990667	不検出 (検出下限値:1.6)	不検出 (検出下限値:1.6)	—	—	—
34	福島県	浪江町	37.542806	140.815583	不検出 (検出下限値:1.6)	不検出 (検出下限値:1.6)	—	—	—
35			37.537765	140.780232	0.39	13	0.030	2.6E-03	1.1E-01
36			37.556833	140.789722	不検出 (検出下限値:0.65)	不検出 (検出下限値:0.65)	—	—	—
37			37.566826	140.802109	3.9	1.8	2.2	2.6E-02	1.5E-02
38			37.579306	140.774472	1.1	6.0	0.18	7.2E-03	5.1E-02
39			37.569333	140.738972	不検出 (検出下限値:1.3)	2.0	—	—	1.7E-02
40			37.596806	140.738222	不検出 (検出下限値:0.89)	13	—	—	1.1E-01
41			37.465778	140.906417	不検出 (検出下限値:0.62)	2.6	—	—	2.2E-02
42			37.470556	140.933111	11	4.3	2.5	7.1E-02	3.6E-02
43			37.476972	140.983583	不検出 (検出下限値:0.62)	不検出 (検出下限値:0.62)	—	—	—
44			37.485028	140.942972	不検出 (検出下限値:1.2)	3.0	—	—	2.6E-02
45			37.489556	140.963306	不検出 (検出下限値:0.59)	8.8	—	—	7.5E-02
46			37.476833	141.007472	不検出 (検出下限値:0.57)	0.52	—	—	4.5E-03
47	福島県	楢葉町	37.297361	140.974333	不検出 (検出下限値:0.36)	不検出 (検出下限値:0.36)	—	—	—
48	福島県	塙町	36.906033	140.365857	不検出 (検出下限値:1.4)	16	—	—	1.4E-01
49	福島県	双葉町	37.447444	141.009000	不検出 (検出下限値:0.92)	0.56	—	—	4.8E-03
50			37.454111	140.981167	不検出 (検出下限値:0.78)	3.3	—	—	2.8E-02
51			37.432167	140.989222	不検出 (検出下限値:1.6)	3.9	—	—	3.4E-02
52	福島県	南相馬市	37.665556	140.893167	0.79	6.4	0.12	5.2E-03	5.4E-02
53			37.666028	140.869667	0.64	3.0	0.21	4.2E-03	2.6E-02
54			37.632139	140.948861	不検出 (検出下限値:1.3)	不検出 (検出下限値:1.3)	—	—	—
55			37.632861	140.855028	0.89	19	0.047	5.9E-03	1.6E-01
56	福島県	矢吹町	37.155750	140.329972	不検出 (検出下限値:1.3)	2.9	—	—	2.4E-02
57	宮城県	川崎町	38.206412	140.582149	不検出 (検出下限値:0.59)	不検出 (検出下限値:0.59)	—	—	—
58	宮城県	白石市	37.924333	140.599361	不検出 (検出下限値:0.99)	2.6	—	—	2.2E-02
59	宮城県	仙台市	38.213333	140.866278	不検出 (検出下限値:1.5)	不検出 (検出下限値:1.5)	—	—	—
60	宮城県	七ヶ宿町	38.018030	140.369096	不検出 (検出下限値:0.73)	3.5	—	—	3.0E-02
61	茨城県	日立市	36.678556	140.623111	不検出 (検出下限値:1.1)	不検出 (検出下限値:1.1)	—	—	—
62	栃木県	那須町	37.043333	140.088056	不検出 (検出下限値:1.3)	0.94	—	—	8.0E-03

プルトニウム241の核種分析結果(第2次土壌調査)

別紙2

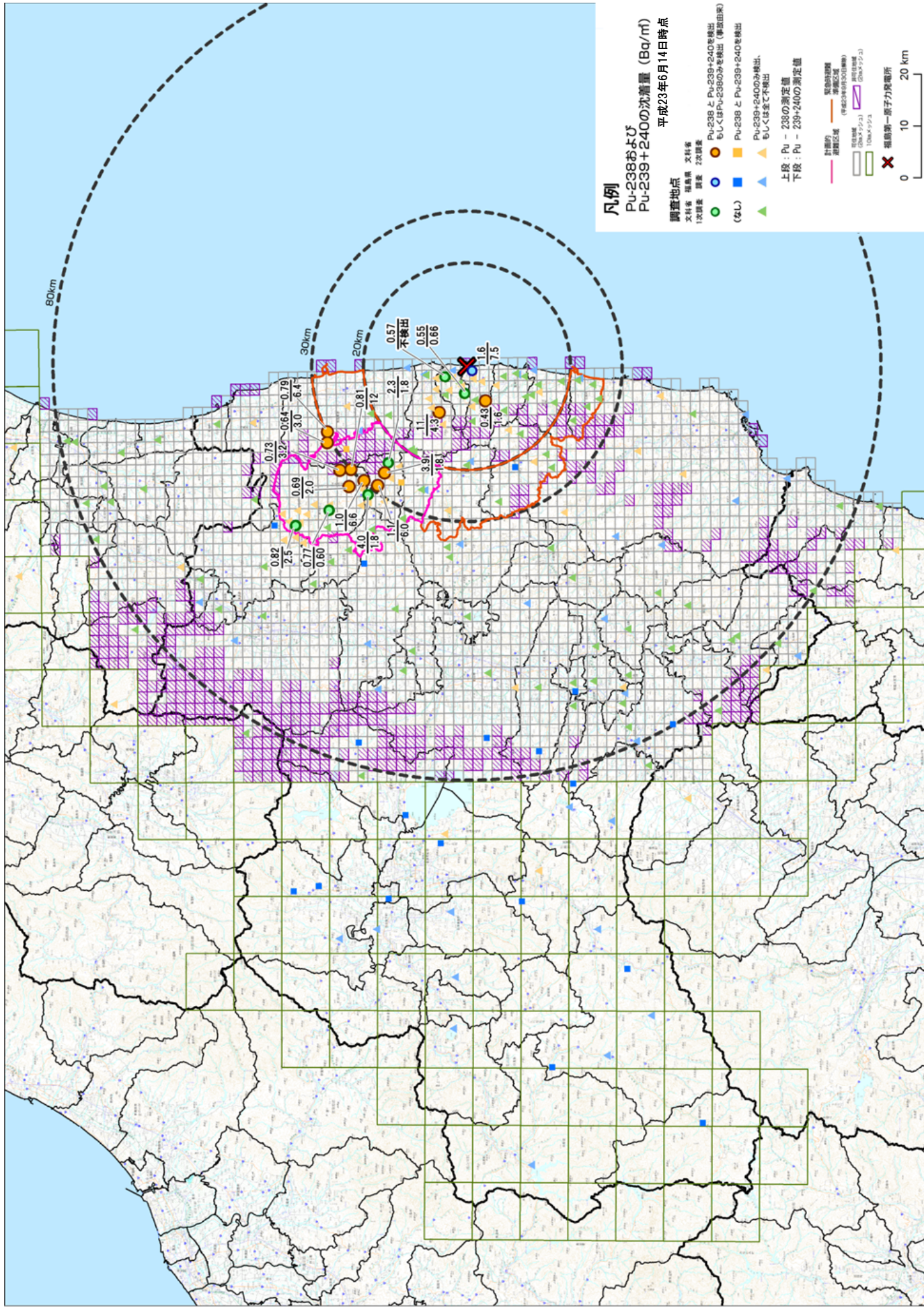
No.	県名	市町村名	緯度	経度	プルトニウム241の沈着量(Bq/m ²)	IAEA-TEC-DOC1162の換算係数を用いたPu241による50年間の積算実効線量(mSv)	(参考)各試料におけるPu238、239+240の沈着量(Bq/m ²)	
							Pu238	Pu239 + 240
1	福島県	会津若松市	37.467139	140.011417	不検出 (検出下限値:65)	—	不検出 (検出下限値:1.4)	不検出 (検出下限値:1.4)
2	福島県	飯舘村	37.628806	140.773111	不検出 (検出下限値:28)	—	不検出 (検出下限値:0.44)	0.88
3	福島県		37.664028	140.721028	不検出 (検出下限値:110)	—	0.77	0.60
4	福島県		37.690611	140.733944	不検出 (検出下限値:120)	—	不検出 (検出下限値:1.3)	7.6
5	福島県		37.722528	140.688139	不検出 (検出下限値:57)	—	0.82	2.5
6	福島県		猪苗代町	37.612056	140.139139	不検出 (検出下限値:98)	—	不検出 (検出下限値:0.98)
7	福島県	大熊町	37.414556	140.912639	不検出 (検出下限値:170)	—	不検出 (検出下限値:1.4)	1.7
8	福島県		37.408972	140.959083	不検出 (検出下限値:94)	—	不検出 (検出下限値:0.47)	3.1
9	福島県		37.396806	140.999056	不検出 (検出下限値:140)	—	不検出 (検出下限値:1.4)	1.7
10	福島県	大玉村	37.538139	140.368750	不検出 (検出下限値:130)	—	不検出 (検出下限値:1.3)	1.9
11	福島県	葛尾村	37.537222	140.701444	不検出 (検出下限値:67)	—	不検出 (検出下限値:0.68)	1.3
12	福島県	川内村	37.369583	140.736250	不検出 (検出下限値:89)	—	不検出 (検出下限値:0.22)	1.7
13	福島県		37.331111	140.884028	不検出 (検出下限値:59)	—	不検出 (検出下限値:1.3)	1.4
14	福島県		37.276972	140.809722	不検出 (検出下限値:72)	—	不検出 (検出下限値:0.75)	1.6
15	福島県		川俣町	37.631861	140.633750	不検出 (検出下限値:80)	—	不検出 (検出下限値:0.40)
16	福島県	37.662639	140.608444	不検出 (検出下限値:46)	—	不検出 (検出下限値:0.92)	3.8	
17	福島県	桑折町	37.858639	140.506028	不検出 (検出下限値:110)	—	不検出 (検出下限値:1.1)	2.2
18	福島県	鮫川村	37.042111	140.506972	不検出 (検出下限値:100)	—	不検出 (検出下限値:1.0)	1.5
19	福島県	下郷町	37.303278	139.930806	不検出 (検出下限値:44)	—	不検出 (検出下限値:0.74)	1.6
20	福島県	白河市	37.146472	140.243750	不検出 (検出下限値:130)	—	不検出 (検出下限値:0.91)	6.4
21	福島県	相馬市	37.796167	140.914639	不検出 (検出下限値:43)	—	不検出 (検出下限値:0.64)	0.71
22	福島県	棚倉町	36.989667	140.278083	不検出 (検出下限値:29)	—	不検出 (検出下限値:0.88)	0.54
23	福島県	田村市	37.458139	140.718333	不検出 (検出下限値:120)	—	不検出 (検出下限値:0.61)	11
24	福島県		37.460000	140.638333	不検出 (検出下限値:37)	—	不検出 (検出下限値:1.1)	0.63
25	福島県		37.424972	140.817028	不検出 (検出下限値:89)	—	不検出 (検出下限値:0.89)	1.8
26	福島県	富岡町	37.358889	140.935111	不検出 (検出下限値:33)	—	不検出 (検出下限値:0.47)	7.0
27	福島県		37.359278	141.009972	不検出 (検出下限値:34)	—	不検出 (検出下限値:1.1)	0.80
28	福島県		37.337528	141.015750	不検出 (検出下限値:45)	—	不検出 (検出下限値:1.5)	0.83
29	福島県	中島村	37.146111	140.356389	不検出 (検出下限値:38)	—	不検出 (検出下限値:0.57)	0.69
30	福島県	浪江町	37.560528	140.823806	130	2.5E-02	2.3	1.8
31	福島県		37.596056	140.754111	150	2.9E-02	4.0	1.8
32	福島県		37.520778	140.852694	不検出 (検出下限値:87)	—	不検出 (検出下限値:0.44)	3.1
33	福島県		37.489556	140.963306	不検出 (検出下限値:35)	—	不検出 (検出下限値:1.0)	6.5
34	福島県		37.310500	140.968722	不検出 (検出下限値:74)	—	不検出 (検出下限値:0.74)	1.7
35	福島県	楢葉町	37.298250	140.990778	不検出 (検出下限値:97)	—	不検出 (検出下限値:0.97)	4.0
36	福島県	37.258444	140.997583	不検出 (検出下限値:76)	—	不検出 (検出下限値:0.76)	1.5	
37	福島県	塙町	36.956528	140.440000	不検出 (検出下限値:39)	—	不検出 (検出下限値:0.49)	0.48
38	福島県		36.906033	140.365857	不検出 (検出下限値:140)	—	不検出 (検出下限値:1.4)	16
39	福島県	平田村	37.242889	140.569639	不検出 (検出下限値:29)	—	不検出 (検出下限値:0.82)	0.82

プルトニウム241の核種分析結果(第2次土壌調査)

別紙2

No.	県名	市町村名	緯度	経度	プルトニウム241の沈着量(Bq/m ²)	IAEA-TEC-DOC1162の換算係数を用いたPu241による50年間の積算実効線量(mSv)	(参考)各試料におけるPu238、239+240の沈着量(Bq/m ²)	
							Pu238	Pu239 + 240
40	福島県	広野町	37.239222	140.911722	不検出 (検出下限値:90)	—	不検出 (検出下限値:0.91)	3.5
41	福島県		37.203722	140.989806	不検出 (検出下限値:110)	—	不検出 (検出下限値:1.1)	2.5
42	福島県		37.214056	140.941639	不検出 (検出下限値:48)	—	不検出 (検出下限値:1.4)	4.8
43	福島県	福島市	37.781944	140.490361	不検出 (検出下限値:120)	—	不検出 (検出下限値:1.2)	1.5
44	福島県	双葉町	37.436194	140.995917	不検出 (検出下限値:53)	—	不検出 (検出下限値:0.53)	5.2
45	福島県		37.461306	141.009861	44	8.3E-03	0.57	不検出 (検出下限値:0.48)
46	福島県		37.426083	140.973861	不検出 (検出下限値:52)	—	0.55	0.66
47	福島県	南相馬市	37.560111	140.927806	不検出 (検出下限値:42)	—	不検出 (検出下限値:0.42)	15
48	福島県		37.665556	140.893167	不検出 (検出下限値:91)	—	不検出 (検出下限値:0.92)	2.9
49	福島県	三春町	37.425694	140.486306	不検出 (検出下限値:46)	—	不検出 (検出下限値:1.2)	10
50	福島県	本宮市	37.522861	140.411583	不検出 (検出下限値:29)	—	不検出 (検出下限値:0.74)	0.44
51	宮城県	岩沼市	38.106972	140.876861	不検出 (検出下限値:47)	—	不検出 (検出下限値:0.79)	0.95
52	宮城県	川崎町	38.206412	140.582149	不検出 (検出下限値:51)	—	不検出 (検出下限値:0.59)	不検出 (検出下限値:0.59)
53	宮城県	白石市	37.924333	140.599361	不検出 (検出下限値:150)	—	不検出 (検出下限値:1.1)	1.6
54	宮城県	仙台市	38.213330	140.866278	不検出 (検出下限値:62)	—	不検出 (検出下限値:1.5)	不検出 (検出下限値:1.5)
55	宮城県	七ヶ宿町	38.004861	140.462444	不検出 (検出下限値:32)	—	不検出 (検出下限値:0.47)	0.93
56			38.041822	140.298463	不検出 (検出下限値:22)	—	不検出 (検出下限値:0.78)	3.5
57	宮城県	村田町	38.087961	140.741531	不検出 (検出下限値:100)	—	不検出 (検出下限値:1.1)	6.9
58	宮城県	亶理町	38.026111	140.852222	不検出 (検出下限値:43)	—	不検出 (検出下限値:0.64)	4.3
59	茨城県	北茨城市	36.776194	140.720444	不検出 (検出下限値:97)	—	不検出 (検出下限値:0.97)	2.4
60	茨城県	高萩市	36.707583	140.718639	不検出 (検出下限値:42)	—	不検出 (検出下限値:1.4)	9.2
61	茨城県	日立市	36.678556	140.623111	不検出 (検出下限値:54)	—	不検出 (検出下限値:1.1)	不検出 (検出下限値:1.1)
62	栃木県	那須町	37.043333	140.088056	不検出 (検出下限値:32)	—	不検出 (検出下限値:1.3)	0.94

プルトニウム238、239+240の沈着量の測定結果について(第2次土壌調査)



※本マップでは、今回の文部科学省による第2次土壌調査の結果に加えて、昨年実施した文部科学省による第1次土壌調査の結果(平成23年9月30日公表)、及び福島県による調査(平成24年4月6日公表)の結果を平成23年6月14日時点に物理的減衰を考慮して補正した値を追記。
 ※平成11年度から平成21年度までの11年間の全国で観測されたPu-238とPu-239+240の沈着量の比率が対数正規分布となると仮定し、Pu-239+240に対するPu-238の沈着量の比率が0.053を超える箇所は、福島第一原子力発電所の事故由来の可能性が高い箇所とし、マップ上において○で記載。

全国におけるこれまでのプルトニウム238とプルトニウム239+240の関係について

別紙4

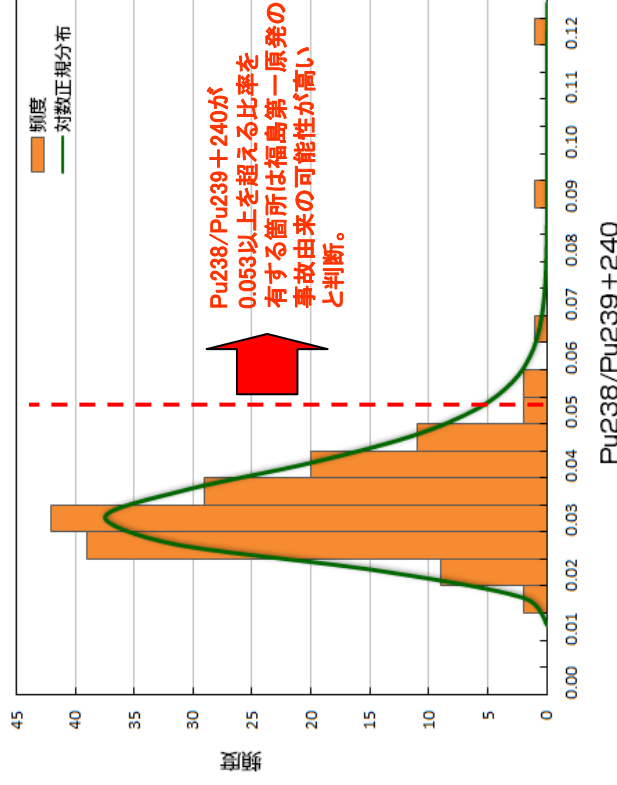
○東京電力(株)福島第一原子力発電所(以下、「福島第一原発」と言う。)の事故前におけるプルトニウム239+240に対するプルトニウム238の沈着量の比率(以下、「事故前のPu238/Pu239+240」と言う。)の分布状況を確認するため、平成11～21年度までの環境放射能水準調査において、プルトニウム238、239+240が検出された試料(159試料)について、比率の分布状況を確認。

○その結果、福島第一原発の事故前の大気圏内核実験等により土壌に沈着したプルトニウム238、239+240のPu238/Pu239+240は、対数正規分布とはならないものの、対数正規分布に近い分布をしていることが確認された。

○また、福島第一原発の事故に伴い、新たにプルトニウム238、239+240が沈着した箇所におけるPu238/Pu239+240は、第1次土壌調査の結果から、事故前のPu238/Pu239+240よりも大きいことが確認されている。

○そこで、本調査においては、事故前のPu238/Pu239+240が対数正規分布を仮定し、**事故前のPu238/Pu239+240から外れる比率※を有する箇所は、福島第一原発の事故に伴い、新たにプルトニウム238、239+240が沈着した可能性が高いと判断することとした。**

※統計的にみて、事故前に観測されたPu238/Pu239+240の約95%が含まれる範囲におけるPu238/Pu239+240の最大値(「事故前のPu238/Pu239+240の平均値+標準偏差の2倍」(=0.053))を超える場合は、福島第一原発の事故由来の可能性が高いと判断。



図：平成11～21年度までの環境放射能水準調査の結果