



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

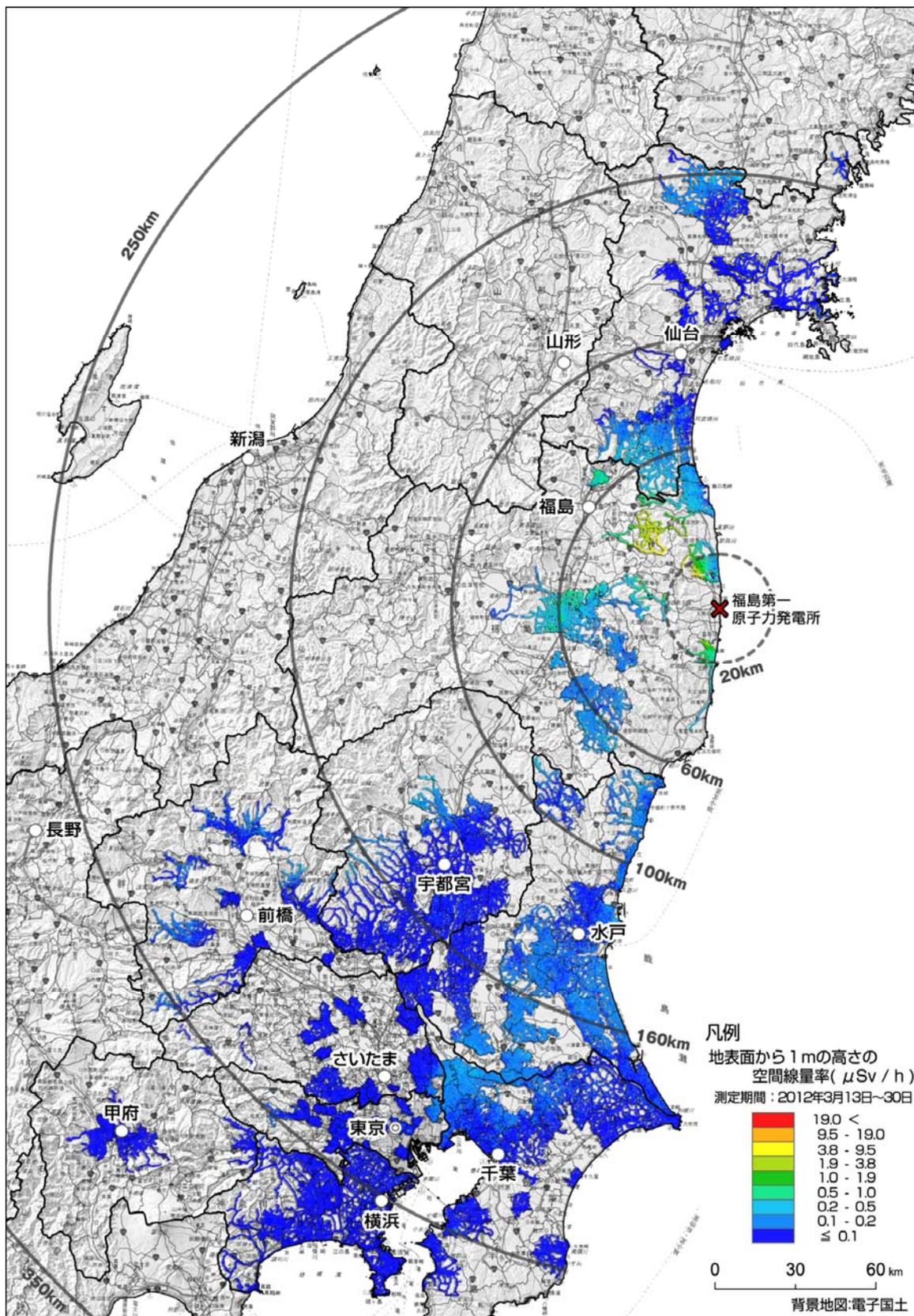
考慮した空間線量率の変化率とを比較した。その結果、別紙3②に示すように、道路に沿って測定された空間線量率を積算した値は、放射性セシウムの物理的減衰のみを考慮した空間線量率よりも大きく減少していることが確認された。この事象の主たる要因としては、道路上に沈着した放射性物質が、降雨等の自然環境の要因や道路上を走行する車により移動したこと、さらには、道路周辺地域に沈着した放射性物質が、降雨等の影響で移動したことが考えられる。

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）

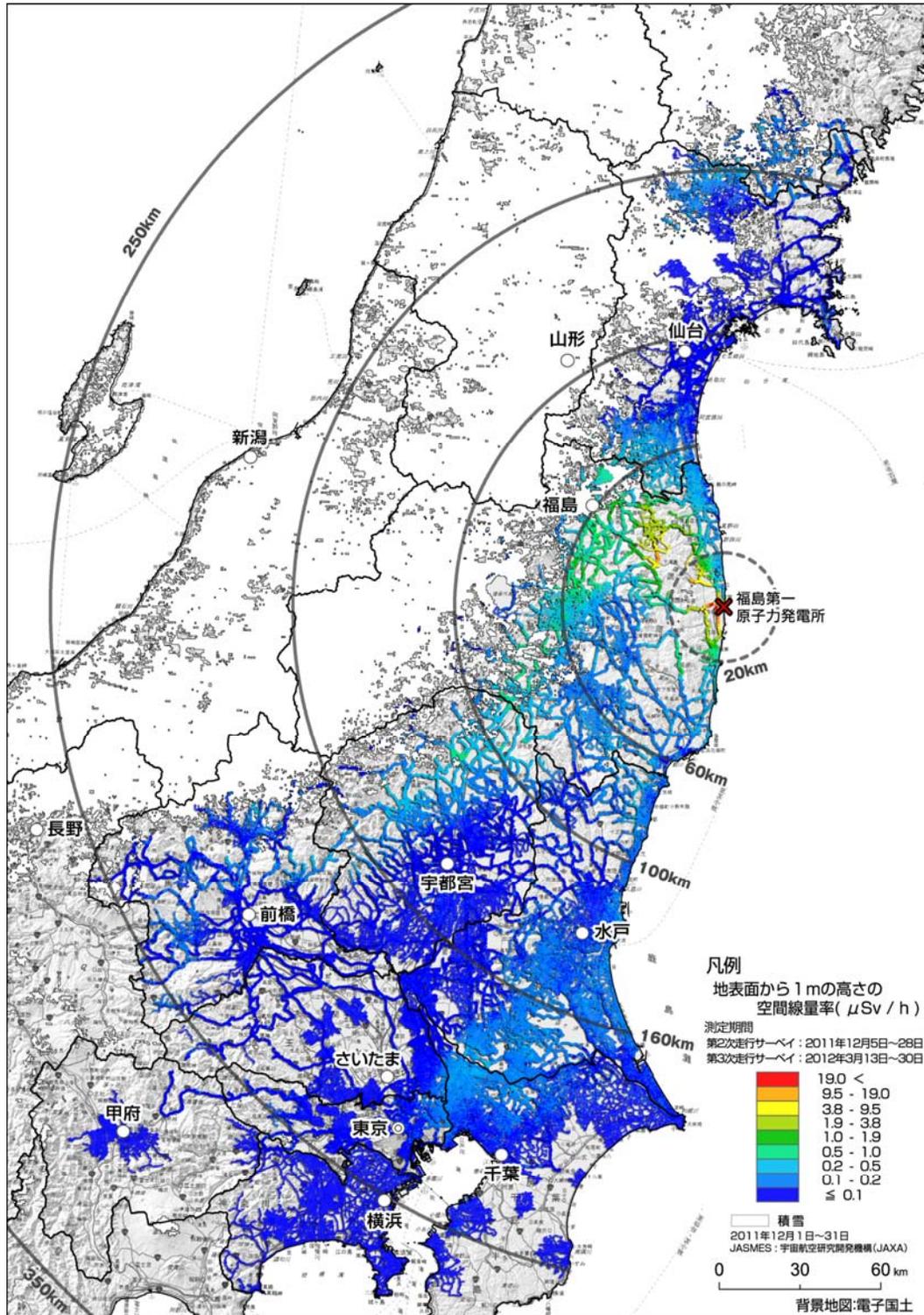
走行サーベイによる道路上の空間線量率マップ(全体版) (第3次走行サーベイ(平成24年3月期実施))



※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)



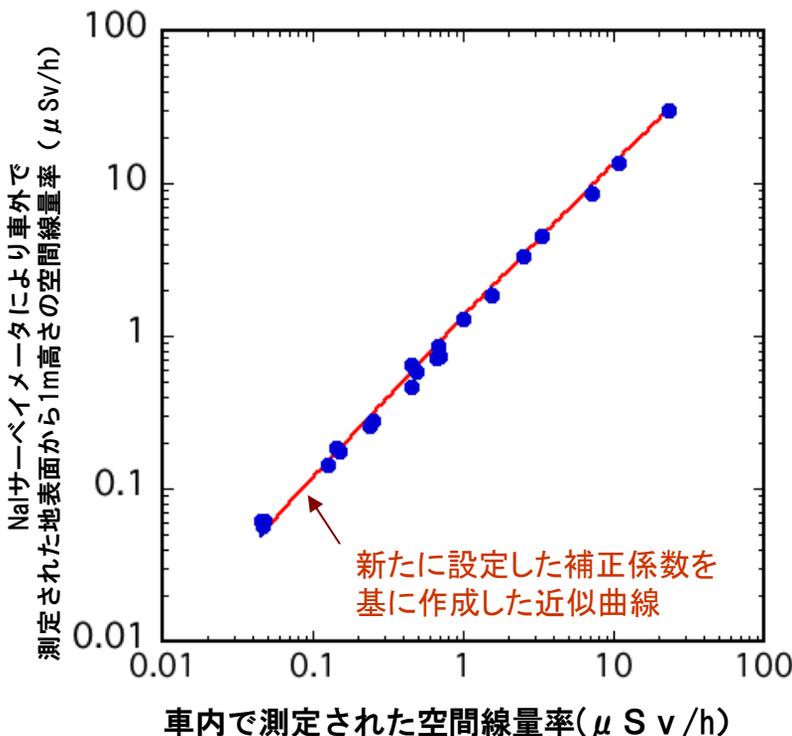
- ※1: 本マップには天然核種による空間線量率が含まれている。
- ※2: 本マップは、第2次走行サーベイ及び第3次走行サーベイの両者の測定結果を用いて作成。なお、第2次及び第3次の両者の走行サーベイを行った道路については、第3次走行サーベイの結果のみを記している。
- ※3: 第2次走行サーベイの測定結果は、第2次走行サーベイと今回の調査との間の期間(3ヶ月)における放射性セシウムの物理的減衰に伴う空間線量率の減少を考慮し、補正。風雨等の自然環境による放射性物質の移行の影響は考慮していない。
- ※4: 実線で囲われた白色の領域は第2次走行サーベイ時に積雪のあった箇所を表しており、当該地域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

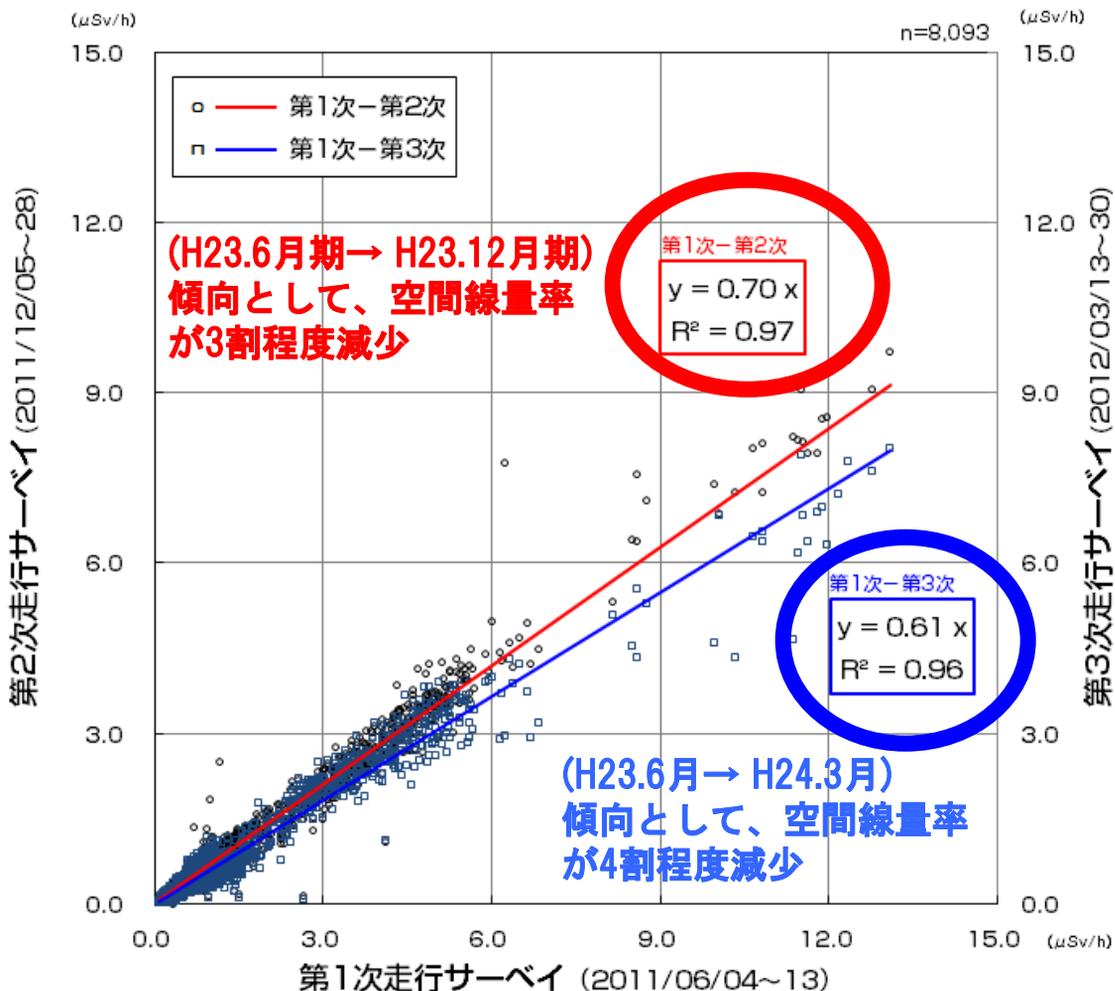
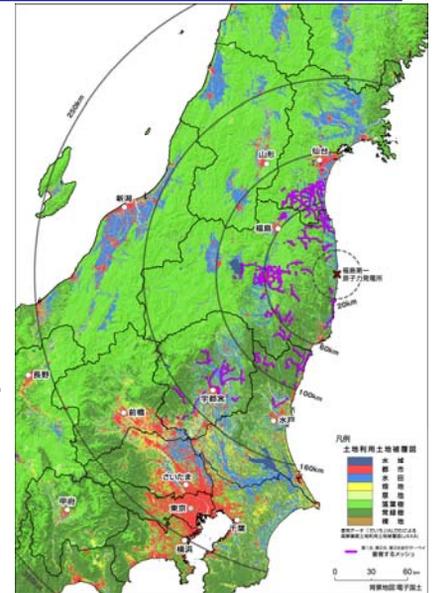
（新たに設定した補正係数）

- 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

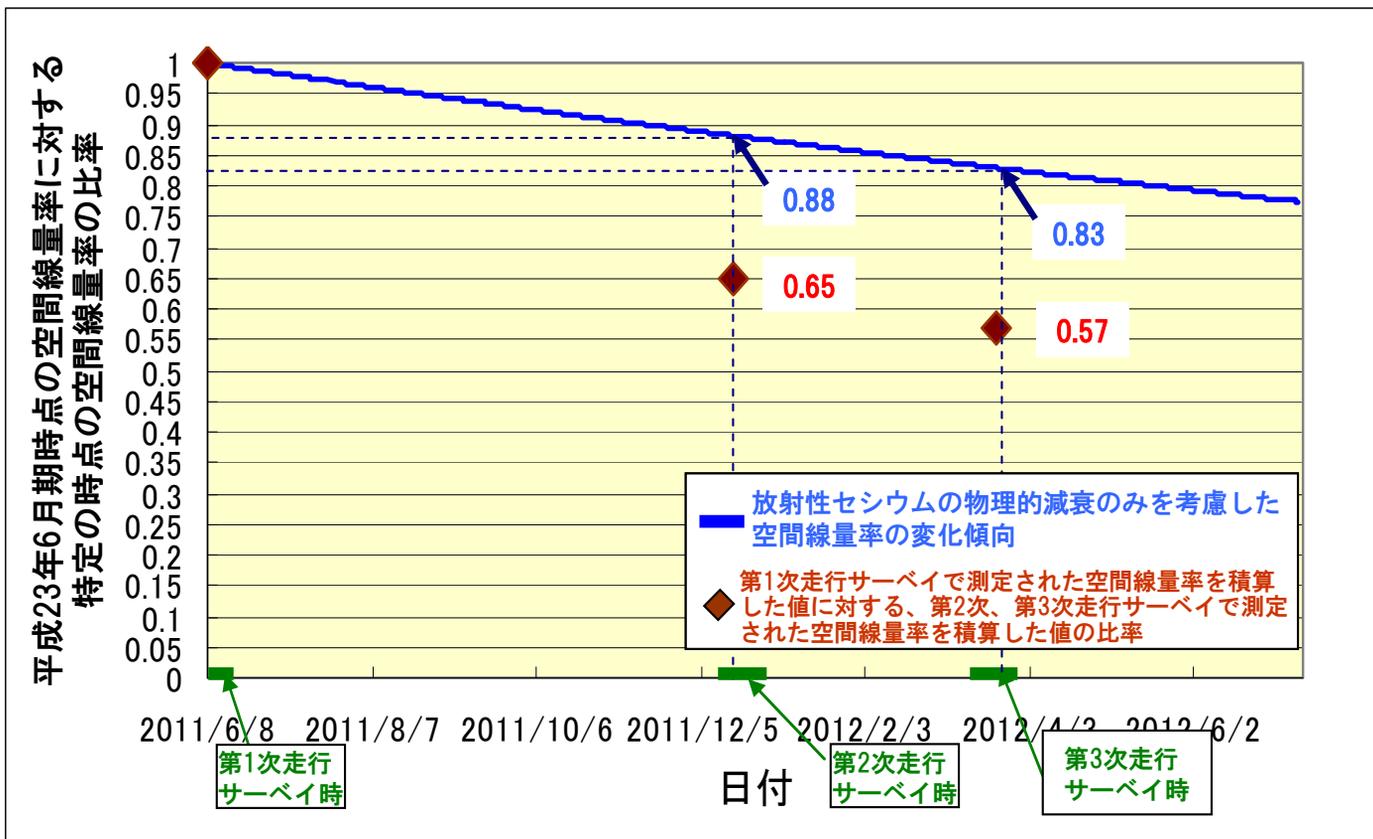
第1次走行サーベイ、第2次走行サーベイ及び今回の調査（第3次走行サーベイ）で測定された空間線量率の比較（その2）

○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