

走行サーベイによる道路及びその近傍における空間線量率の測定

安藤 真樹、斎藤 公明（原子力機構）

1. 調査目的

福島第一原発から放出された放射性物質の現状における沈着状況等を詳細に調査しその変化傾向を把握するため、これまで KURAMA-II システム（小型 CsI シンチレーション検出器と GPS が一体となった簡易型測定システム）を用いた走行サーベイによる調査を実施してきた。

平成 25 年度は、過去の走行サーベイ及び地上 1 m 高さにおけるサーベイメータによる空間線量率の測定とともに、それらの結果を比較・解析し、空間線量率の変化傾向とその要因を明らかにするとともに、この結果を放射性物質等の分布変化予測モデル構築に役立てることを目的とした。

2. 調査内容

(1) 調査期間、調査実施機関及び調査地域

前期：第 6 次走行サーベイ

- 原子力機構による測定：平成 25 年 6 月 12 日～8 月 8 日
- 地方自治体（12 都県、約 140 市町村）による測定：平成 25 年 6 月 24 日～7 月 26 日
- 対象地域：1 都 12 県（岩手県、宮城県、福島県、新潟県、山形県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、山梨県）。合計測定距離：約 77, 000 km（図-1 参照）

後期：第 7 次走行サーベイ

- 原子力機構による測定：平成 25 年 11 月 5 日～12 月 4 日
- 地方自治体（11 都県、約 130 市町村）による測定：平成 25 年 11 月 5 日～12 月 12 日
- 対象地域：1 都 12 県（岩手県、宮城県、福島県、新潟県、山形県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、山梨県）。合計測定距離：約 68, 000 km（図-2 参照）

(2) 調査内容の詳細

自動車の後部座席の右側後方に KURAMA-II システムを設置し、3 秒毎に測定した空間線量率データと GPS による位置情報を、携帯電話回線を通してデータ収集用サーバに転送した。空間線量率が $0.2 \mu\text{Sv/h}$ 以上の地域を中心に主要幹線道路について、原子力機構が走行サーベイを実施した。さらに、地方自治体と協同（原子力機構は解析を担当）で細かな道路を含む地方自治体が希望する道路について詳細な測定を実施した。

車内における空間線量率測定値を車外の地上 1 m 高さの空間線量率に換算するための補正係数を用いて、測定結果から道路 1 m 高さの空間線量率を求めた。これまでと同様に、均一に放射性セシウムが沈着した広い場所を多数選んで行なった測定結果に基づく補正係数を用いた。

得られた空間線量率の測定結果及び GPS を用いて取得された位置情報を基に、道路上に

において連続的に測定された空間線量率の測定結果を地図上に記した空間線量率マップを作成した。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こと、測定期間中の放射性セシウムの物理減衰に伴う空間線量率の減少は 3%程度と評価され測定機器の有する誤差よりも低いことを考慮して、空間線量率測定値を一定の日付に揃える減衰補正を行わず、測定した日の測定結果をそのまま使用した。マップ作成の基になる空間線量率データは、原子力機構及び地方自治体の測定結果を区別せず使用した。また、測定値の統計的なばらつきを低減させるため、これまでと同様に、走行地域を 100 m 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箇所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。

これらの測定結果を用いて、空間線量率の経時変化状況を確認するとともに、土地利用の違い等に基づく空間線量率の変化傾向の違いを確認した。

3. 結果と考察

平成 25 年度の第 6 次走行サーベイ及び第 7 次走行サーベイの結果に基づき作成した空間線量率マップを図-3 及び図-4 に示す。また、比較のため、平成 24 年 9 月の第 4 次走行サーベイの結果を図-5 に示す。全体的に時間の経過とともに空間線量率が減衰する傾向が見てとれる。

第 1 次走行サーベイにより得られた空間線量率と、同じメッシュにおける第 6 次及び第 7 次走行サーベイで得られた空間線量率の測定結果の相関図及び国土交通省の国土数値情報¹に基づき「森林」及び「建物用地」等に分類されたメッシュに対する比較を図-6～図-8 に示す。回帰直線の傾きは空間線量率の高いデータの影響を受けて適切な比較の指標とならない場合があるため、得られた空間線量率の積算値とその第 1 次走行サーベイに対する比率（以下「積算線量率比」という。）をあわせて示す。積算線量率をデータ数で割ると平均空間線量率が得られるため、積算線量率比は平均空間線量率の比と同じである。

第 1 次走行サーベイに比べて第 6 次走行サーベイでは時間が約 24 ヶ月間経過することで、道路上の空間線量率は積算線量率比による比較では平成 23 年 6 月に比べ 33%程度に減少し、第 7 次走行サーベイでは時間が約 28 ヶ月間経過することで、積算線量率比による比較では 32%程度に減少した。

空間線量率の減少は土地利用状況に影響を受け、森林においては減少が小さく、建物用地においては減少が大きい傾向が見られる。

図-9 に、第 1 次と第 6 次及び第 7 次の走行サーベイの積算線量率比を、第 1 次における線量率を 5 つの範囲に分け、その範囲毎に示す。第 1 次において 0.25～2.0 $\mu\text{Sv/h}$ であった箇所では他の線量率範囲に比べて空間線量率が大きく減少しており、かく乱の少ない平坦な土地におけるサーベイメータを用いた測定の場合とよく似た傾向を示している。

次に、道路上の空間線量率とその周辺の空間線量率の相関を調べるために、走行サーベイの結果を平均した 100 m メッシュ内に同時期にサーベイメータを用いて測定した平坦地の地上 1 m 高さの空間線量率測定データが存在する場合に、両者の空間線量率測定結果を比較した。第 6 次走行サーベイ及び第 7 次走行サーベイとそれぞれ同じ時期に行われた地上 1 m 高さの空間線量率の測定データ間の相関図を図-10 に示す。データのばらつきはあるものの、それぞれ明確な相関が確認できることから、走行サーベイの結果は周囲の地上 1 m 高さの空間線量率を反映した結果となっている。第 6 次走行サーベイでは、道路周辺

¹ 全国総合開発計画、国土利用計画、国土形成計画などの国土計画の策定や推進の支援のために、国土交通省が国土に関する様々な情報を整備、数値化したデータのこと。

の地上1 m高さの空間線量率は走行サーベイの値に対して回帰直線の傾きによる比較で1.5倍程度、積算線量率値の比較で1.6倍程度大きい値を示すことがわかる。第7次走行サーベイでは、地上1 m高さの空間線量率値の走行サーベイ結果に対する大きさは、回帰直線の傾きによる比較で1.3倍程度、積算線量率値の比較で1.4倍程度と評価された。

図-11に、第1次走行サーベイに対する第2次以降の走行サーベイの積算線量率比の変化傾向を示す。空間線量率の減少率が放射性セシウムの物理減衰による減少率よりもかなり大きくなっていることが確認された。また、第7次走行サーベイ測定結果の積算線量率比は、第6次のそれとほぼ同じであった。

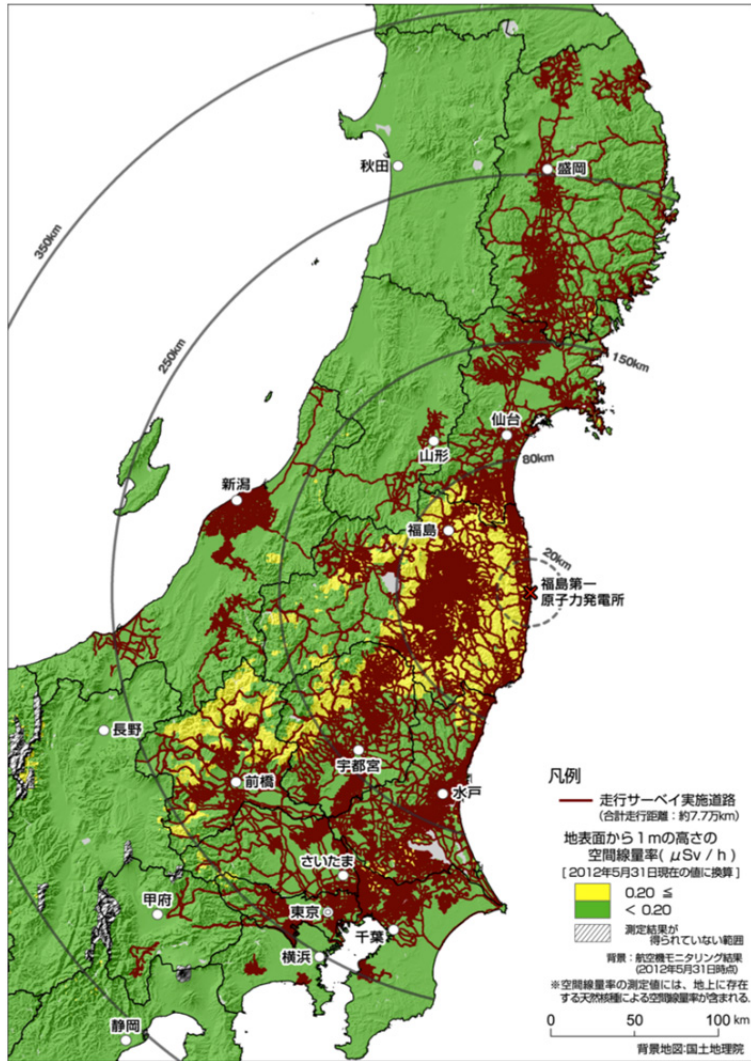


図-1 第6次走行サーベイによる空間線量率の測定対象範囲

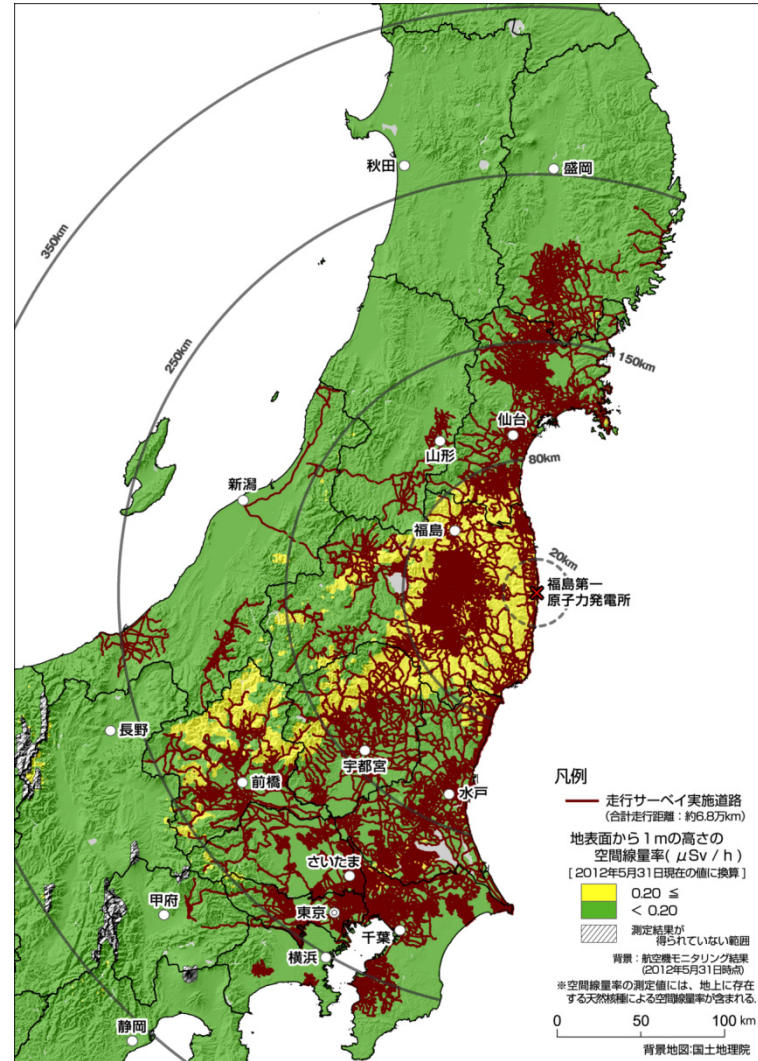


図-2 第7次走行サーベイによる空間線量率の測定対象範囲

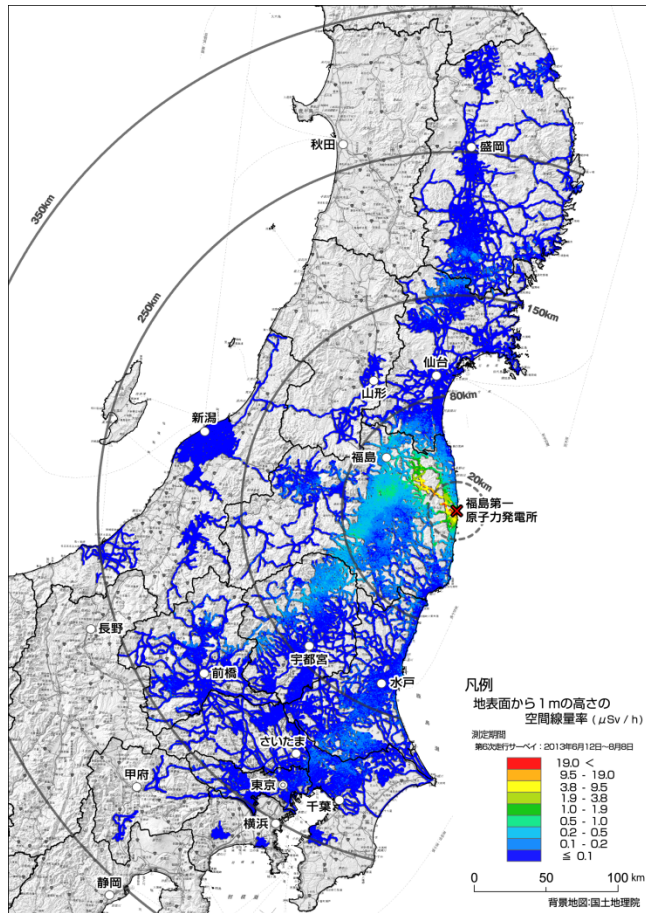


図-3 第6次走行サーベイの測定結果
(測定期間：平成25年6月12日
～8月8日)

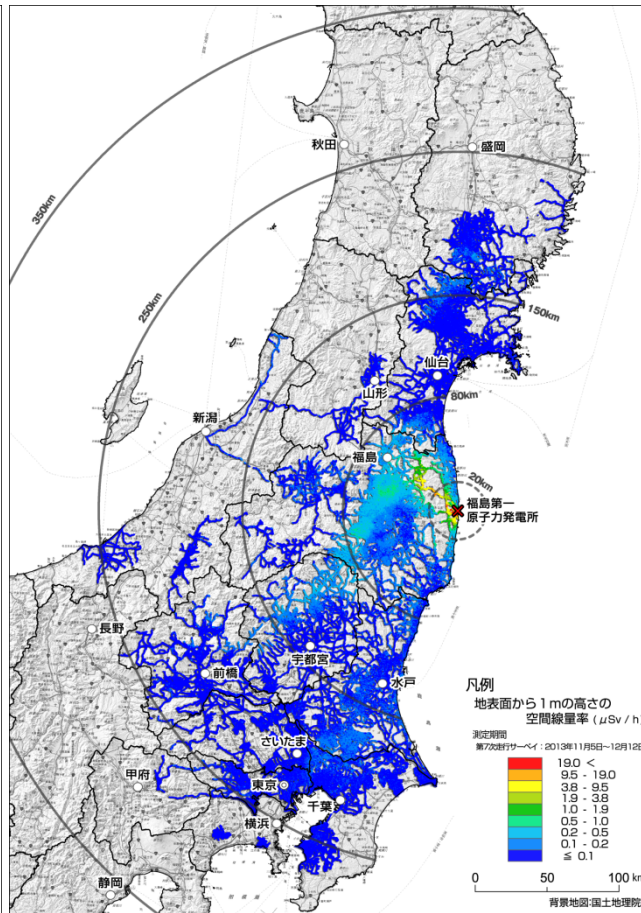


図-4 第7次走行サーベイの測定結果
(測定期間：平成25年11月5日
～12月12日)

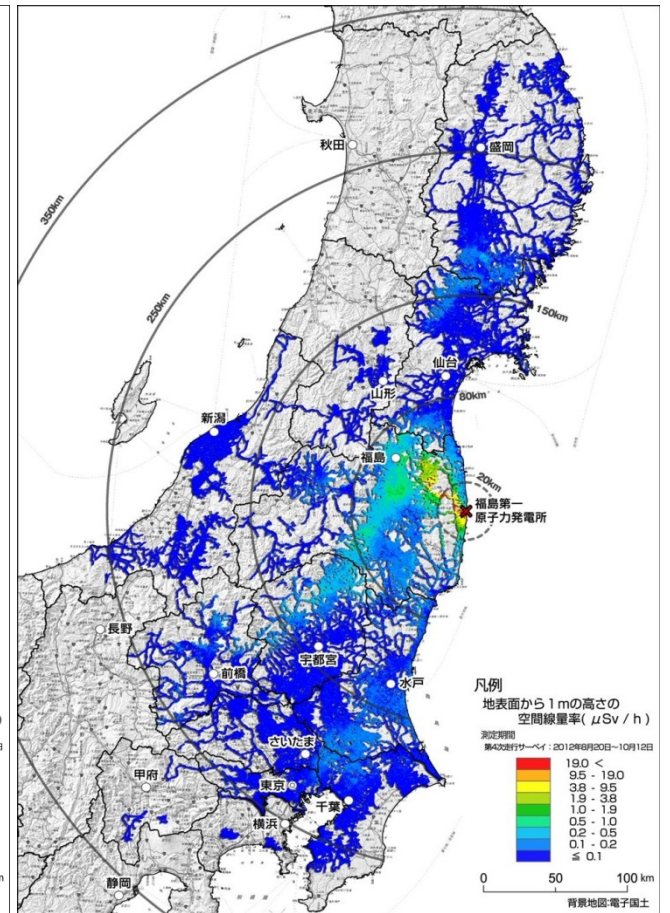


図-5 第4次走行サーベイの測定結果
(測定期間：平成24年8月20日
～10月12日)

	積算線量率比
3次/1次	0.57
4次/1次	0.44
5次/1次	0.40
6次/1次	0.33
7次/1次	0.32

	積算線量率比
3次/1次	0.60
4次/1次	0.48
5次/1次	0.44
6次/1次	0.37
7次/1次	0.36

	積算線量率比
3次/1次	0.50
4次/1次	0.40
5次/1次	0.35
6次/1次	0.28
7次/1次	0.27

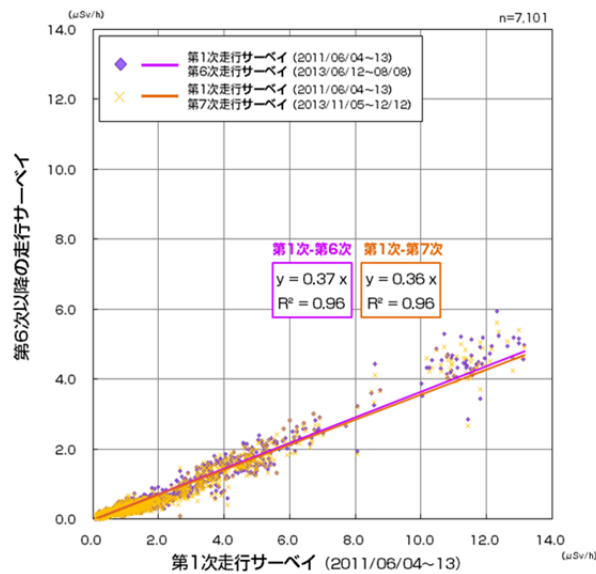


図-6 第1次走行サーベイ結果と第6次及び第7次(平成25年度第1回及び第2回)走行サーベイ結果との相関図及び第3次から第7次までの積算線量率比(全体)

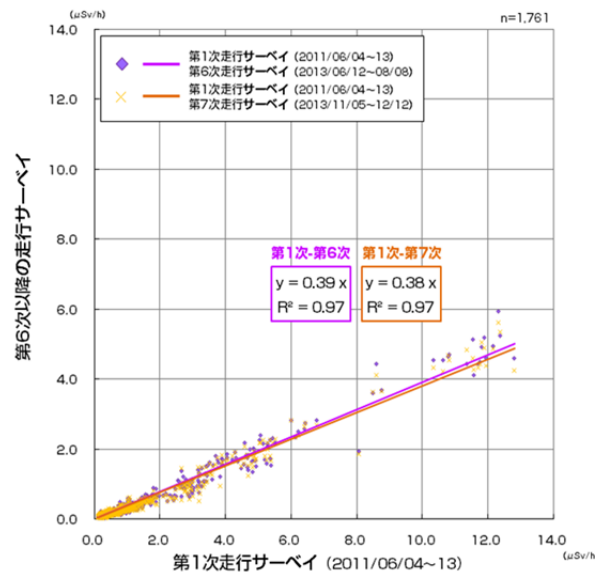


図-7 第1次走行サーベイ結果と第6次及び第7次(平成25年度第1回及び第2回)走行サーベイ結果との相関図及び第3次から第7次までの積算線量率比(土地利用状況が「森林」に分類される地域)

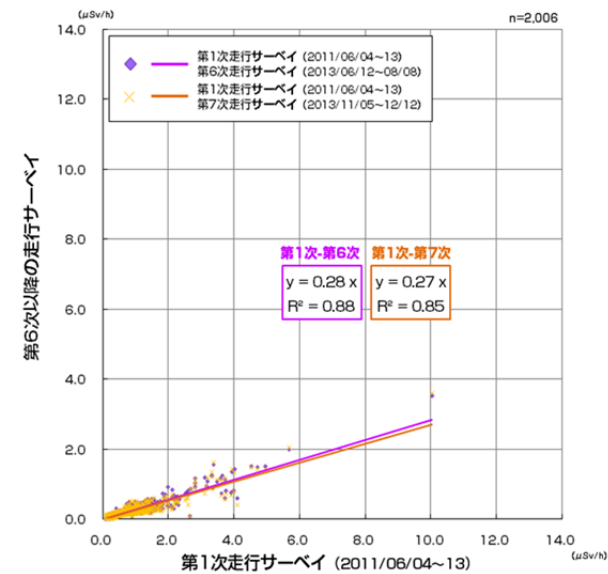


図-8 第1次走行サーベイ結果と第6次及び第7次(平成25年度第1回及び第2回)走行サーベイ結果との相関図及び第3次から第7次までの積算線量率比(土地利用状況が「建物用地」に分類される地域)

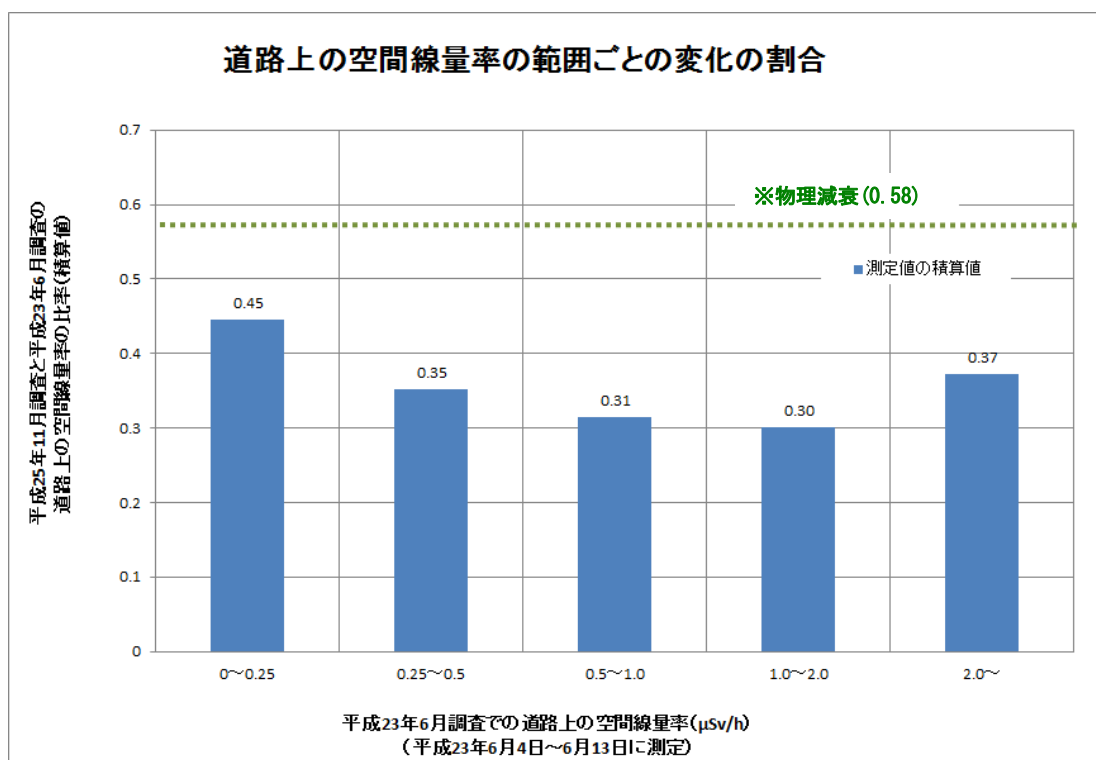
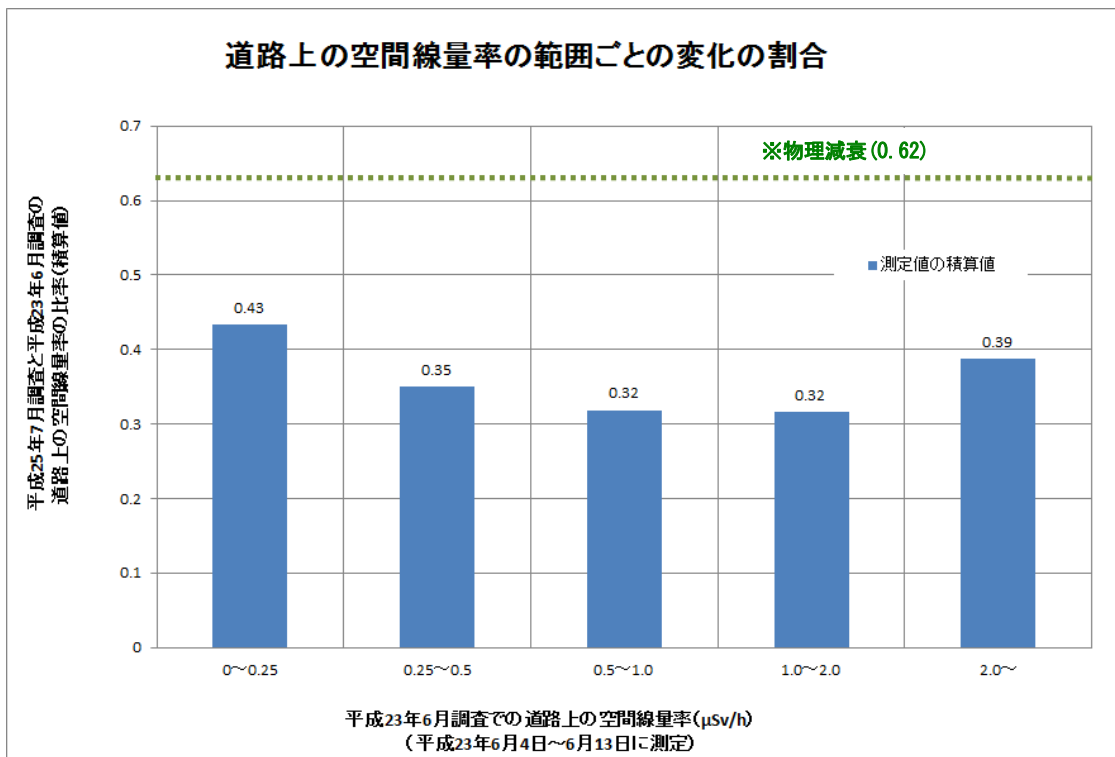


図-9 走行サーベイにより測定した空間線量率の減少傾向の空間線量率との関係
(上図：平成25年度前期測定(第6次)、下図：同後期測定(第7次))

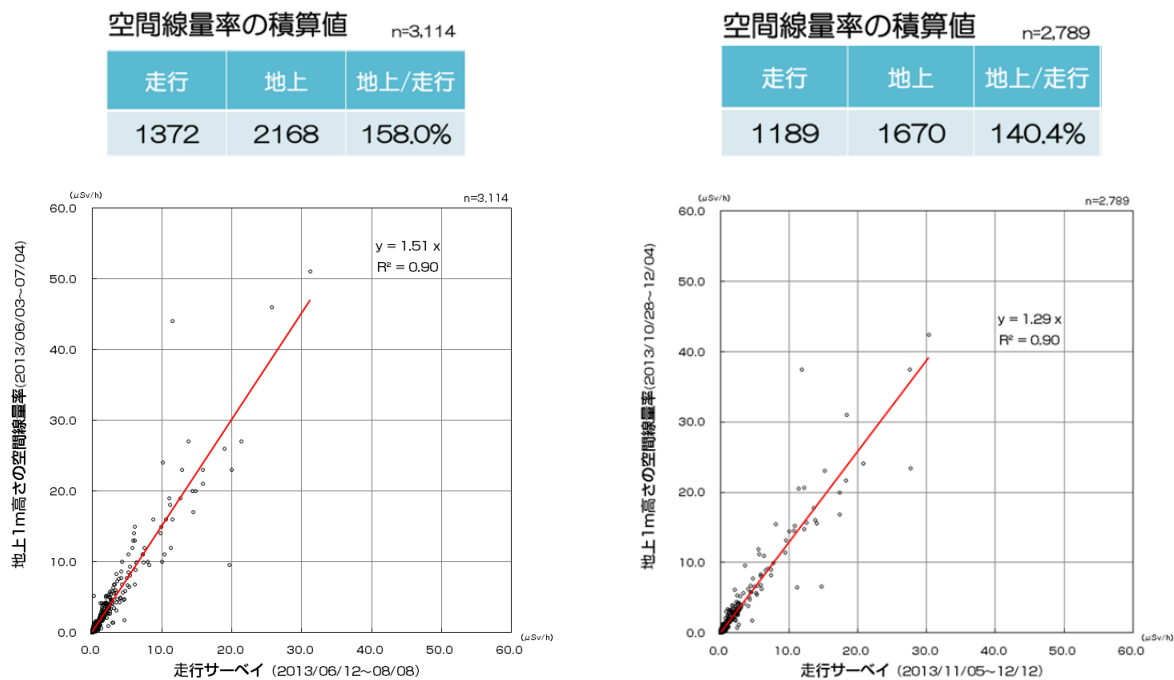


図-10 地上1 m高さにおける空間線量率測定と走行サーベイの結果との比較
(左図：平成25年度前期測定(第6次)、右図：同後期測定(第7次))

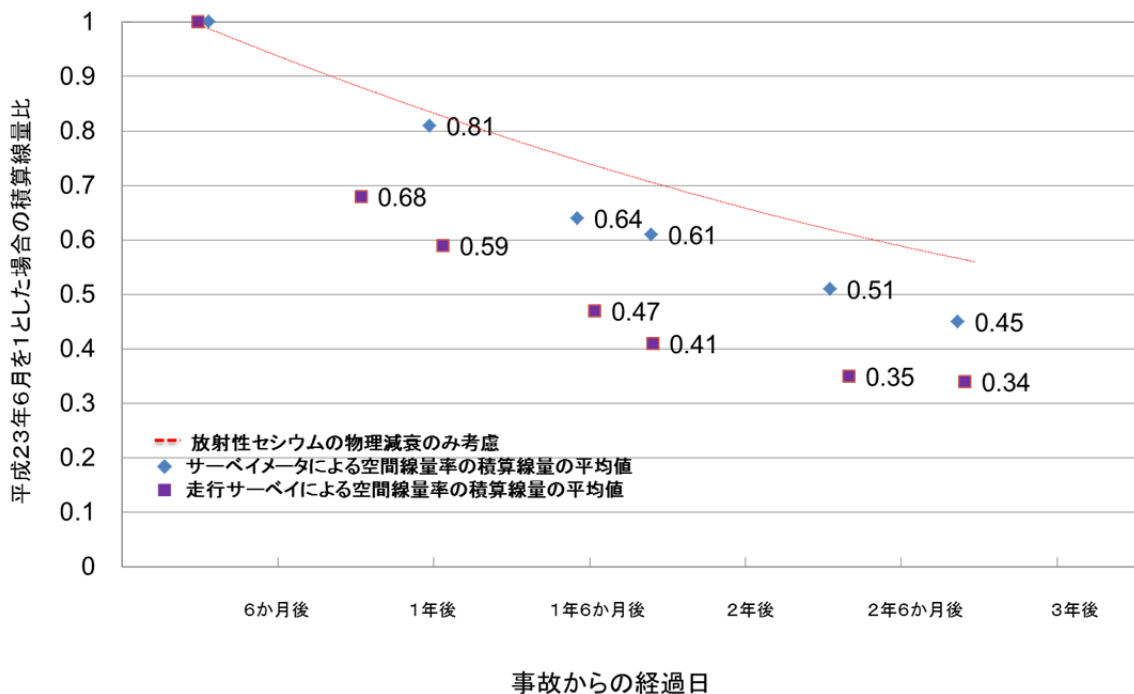


図-11 第1次走行サーベイに対する第2次以降の走行サーベイの積算線量率比の変化傾向
(平坦地上の空間線量率の変化傾向と物理減衰による変化傾向を同時に示した)