

平成 27 年度福島県市町村除染支援事業

(技術 3 効率的な事後モニタリング及び空間線量率マップの作成方法)

実証試験結果報告書

1 目的

除染後の地域の空間線量率のモニタリングを頻度よく測定し、住民に分かり易く伝えるため、実証試験を通じて、人力によらず（半）自動的に計測しマッピングできる技術など、効果的な手法を検討することを目的とする。

2 実証事業者

国際航業株式会社福島営業所（郡山市）

3 作業内容

（1）作業に用いた技術

自動放射線量計測システム（KURAMA II）

KURAMA IIはGPSで測定位置を記録しながら、放射線検出部（大容量CsIシンチレータ）によって空間線量率に予め決定された補正係数をかけた値をサーバーに自動的に取り込む測定システムである。電源投入のみで操作するため、使用方法は簡易なものとなっている。本システムは、空間線量率測定及びディファレンシャルGPS方式による測地座標の測定データを測定時刻の情報により関連付けを行い、取得データをサーバーに送信、保存を行うものである。また無線LAN経由でリアルタイム表示や測定した放射線量値を地図上に展開した放射線量率マップの作成も可能である。図1に測定に用いた車両及びKURAMA IIの外観を示す。



図1 測定に用いた車両及びKURAMA IIの外観

（2）実証作業の実施方法

ア 対象範囲

実証作業を実施する対象地域として、面的なデータ取得が可能で、かつ、複数の種類の車両による検証が可能な市街地から設定することとし、県中地区において実施した。

イ 対象車両の種類

通園バス及び配送車両

ウ 測定経路

実証対象車両が通常の営業により走行する経路

エ 測定データの収集

KURAMA II を搭載した軽ワゴン車両により対象車両を追走し、3秒間隔で空間線量率の測定データの収集を行った。KURAMA II の放射線検出部（大容量 CsI シンチレータ）については、測定高さ 1 m に調整し、KURAMA II の放射線検出部を道路と平行となるように設置すると共に、運転席の後方部の道路中心に近い位置に固定した。KURAMA II の設置位置を図 2 に示す。KURAMA II システムは、取得したデータを専用のサーバーに送信保存するシステムであるため、格納されたデータを 地図上に展開し、測定データの収集が確実に行われていることを確認しながら作業を行った。



測定高の調整 (1m)



KURAMA II 設置位置

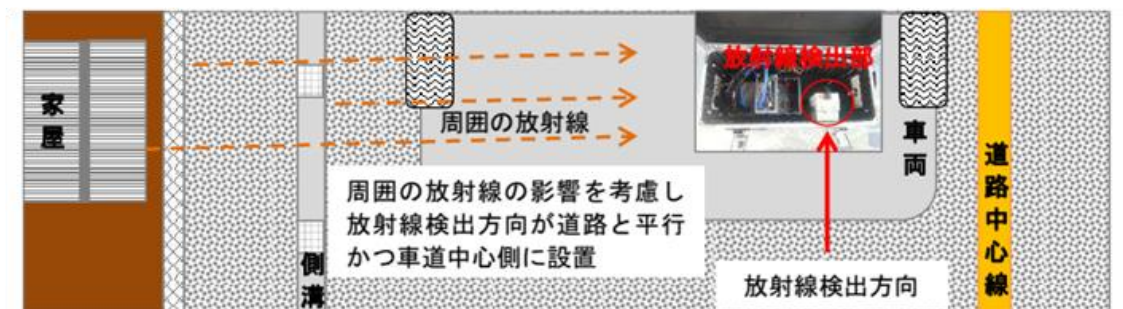


図 2 KURAMA II 設置位置概要

オ 走行距離及び頻度の集計

対象車両が 5 営業日の間に走行して得られるデータを地図上に展開し、走行距離及び走行頻度（走行回数）を路線区間毎に整理すると共に、測定頻度が高い上位 5 路線を抽出した。対象路線は、走行頻度により色分けし整理した。整理した対象路線の例を図 3 に示す。



図3 測定頻度集計図 (例)

カ 線量率マップの作成

KURAMA II から取得したデータは、地理情報システム (GIS) を使用した処理により空間線量率マップを作成した。空間線量率マップは、測定点を空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) により色分けした空間線量率マップ① (図4) 及び内挿法を用いメッシュ変換データを色分けした空間線量率マップ② (図5) の2種類を作成した。



図4 空間線量率マップ①作成例

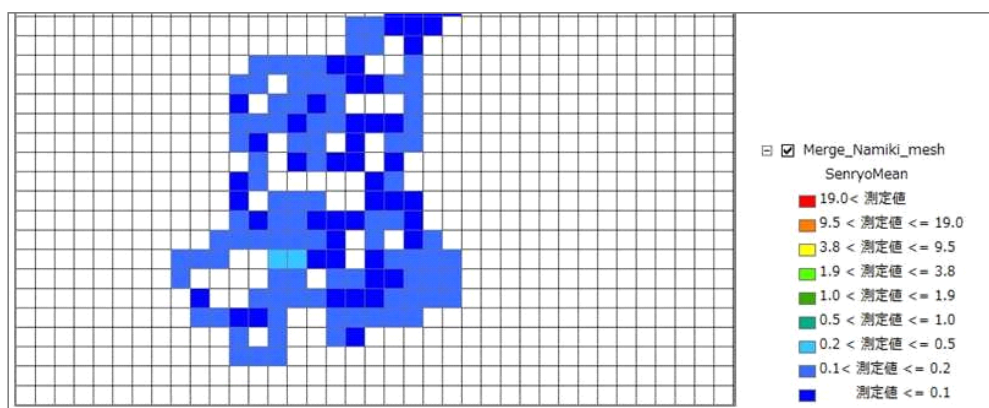


図5 空間線量率マップ②作成例

キ ガイドライン法との比較

KURAMA II の測定結果のうち、走行路線上の代表点について、NaI シンチレーションサーベイメータによる 1 m 高さの空間線量率の測定を実施し、その結果（除染関係ガイドライン準拠、以下ガイドライン法と略記）と KURAMA II により得られた結果とを比較し、測定値の差を確認した。ただし、走行路線が大型幹線道路等である場合には、幹線道路内にてガイドライン法による測定は行わず、その近傍で測定した結果を用いることとした。

4 実施工程

今回実施した作業の実施工程表を表 1 に示す。

表 1 実施工程表

	2月																			
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
通園バスの追走	→				→			→												
宅配車両の追走 (第1週)									→											
宅配車両の追走 (第2週)														→						

5 実証作業の結果

(1) 走行距離及び頻度の集計

ア 走行距離

調査した日時及び走行距離等を表 2-1 から表 2-3 に示す。なお、表中において、走行距離は実証対象車両が走行した距離、調査延長は調査距離のうち重複して走行した距離を除く距離とした。

通園バスにおいて各調査日の走行距離と調査延長は同程度であり、1日のうちに走行する経路において、同じ経路を走行する頻度が少ないのに対して、配送車両では各調査日の1日のうちの走行距離は調査延長の 1.4~2.9 倍であり、同じ経路を走行する頻度が通園バスよりも高かった。

表 2-1 通園バス路線の調査日時、走行距離、調査延長

調査日	調査時間		走行距離 (m)	調査延長* (m)
	開始時刻	終了時刻		
H28. 2. 8 (月)	7:30:00	9:20:00	23,005.40	22,186.40
	13:30:01	15:10:01	21,261.77	20,578.88
H28. 2. 9 (火)	7:32:02	9:19:02	23,948.92	23,332.37
	13:30:01	15:09:00	22,794.66	21,924.21
H28. 2. 10 (水)	7:29:00	9:19:00	22,504.12	21,774.27
	13:30:01	15:15:01	21,371.13	20,617.60
H28. 2. 12 (金)	7:30:34	9:19:02	23,269.77	22,707.54
	13:29:50	15:14:01	20,591.98	20,093.84
H28. 2. 15 (月)	7:27:30	9:16:01	22,534.22	21,701.68
	13:30:30	15:05:02	20,990.19	19,963.79

*調査期間（5日間）における調査延長は29,105m

表 2-2 配送車両路線の調査時間・走行距離・調査延長集計表（第1週目）

調査日	調査時間		走行距離 (m)	調査延長* (m)
	開始時刻	終了時刻		
H28. 2. 16 (火)	8:21:37	20:27:16	75,511.80	29,602.12
H28. 2. 17 (水)	8:28:55	20:27:45	49,695.78	18,576.29
H28. 2. 18 (木)	8:22:27	20:42:59	48,967.13	20,450.26
H28. 2. 19 (金)	8:19:33	12:57:16	23,625.15	14,650.86
H28. 2. 20 (土)	8:21:46	12:56:17	30,377.54	16,015.51

*調査期間（5日間）における調査延長は56,610m

表 2-3 配送車両の調査時間・走行距離・調査延長集計表（第2週目）

調査日	調査時間		走行距離 (m)	調査延長* (m)
	開始時刻	終了時刻		
H28. 2. 21 (日)	8:29:01	12:59:00	22,781.20	16,406.74
H28. 2. 22 (月)	8:22:02	19:54:21	49,985.87	21,908.50
H28. 2. 23 (火)	8:22:31	19:17:00	54,561.86	18,915.00
H28. 2. 24 (水)	8:19:40	15:41:11	34,236.24	17,805.60
H28. 2. 25 (木)	8:18:00	11:59:00	22,883.90	13,147.91

*調査期間（5日間）における調査延長は51,151m

イ 測定頻度

通園バスは1日2便（登園及び降園）が走行しており、5営業日の調査を実施したため、同一路線における測定頻度の最大値を10回とした。配送車両は同様に5営業日の調査に

において、測定頻度の最大値を5回とした。測定頻度の集計結果を表3に示す。また、測定頻度に応じて経路毎に色分け処理をおこなった結果を図6-1～図6-3に示す。

通園バスによる走行経路の延長は29.105kmであり、測定頻度毎の調査延長に対する割合は最大の10回が40.9%（11.910km）であり、5回以下が27.3%（7.950km）であった。

配送車両による第1週目の走行経路の延長は56.610kmであり測定頻度毎の調査延長に対する割合は最大の5回が7.5%（4.232km）、最小の1回が60.3%（34.122km）であった。第2週目の走行経路の延長は51.151kmであり、測定頻度毎の調査延長に対する割合は最大の5回が8.1%（4.232km）、最小の1回が64.3%（32.917km）であった。

表3 測定頻度集結果

	測定頻度	複数回走行した経路の延長	調査延長に対する割合 (%)
通園バス 調査延長 29.105km	10回	11.910 km	40.9%
	9回	2.579 km	8.9%
	8回	3.361 km	11.5%
	7回	1.805 km	6.2%
	6回	1.500 km	5.2%
	5回以下	7.950 km	27.3%
配送車両 (第1週) 調査延長 56.610km	5回	4.232 km	7.5%
	4回	0.317 km	0.6%
	3回	6.583 km	11.6%
	2回	11.355 km	20.0%
	1回	34.122 km	60.3%
配送車両 (第2週) 調査延長 51.151km	5回	4.126 km	8.1%
	4回	2.332 km	4.6%
	3回	1.948 km	3.8%
	2回	9.828 km	19.2%
	1回	32.917 km	64.3%

次に測定頻度が多く、連続する測線の距離が長い上位5ルートについて整理した結果を表4に、測定頻度上位5ルートの対象路線を図6-1～図6-3に示す。

通園バスの測定頻度は、頻度の高い5経路すべてが最大となる10回の走行をしており、連続する経路の最大延長は3.599kmであった。一方、配送車両において頻度の高い5経路の測定頻度は3回から5回の走行を実施しており、連続する測線の最大延長は4.126kmであった。

上位5ルートの測定頻度は、一日2回ほぼ同じ経路を走行する通園バスで高くなった。一方、配送車両は、通園バスと比較すると測定頻度は低いものの、一定の範囲を網羅的に走行するため、5日間の調査延長は通園バスの約2倍であった。

これらの結果からは、同一路線を頻度良く測定する場合には通園バスの活用が、ある地域を網羅的に一定の頻度で測定する場合には配送車両の活用が有用であることが示唆された。

表 4 測定頻度上位5ルート

調査期間	通園バス	配送車両	
	5 日間	5 日間(第 1 週目)	5 日間(第 2 週目)
調査延長	23.332km	56.610km	51.151km
測定頻度	1~10 回	1~5 回	1~5 回
ルート 1	3.599km (頻度 : 10 回)	4.126km (頻度 : 5 回)	4.126km (頻度 : 5 回)
ルート 2	2.230km (頻度 : 10 回)	0.107km (頻度 : 5 回)	2.148km (頻度 : 4 回)
ルート 3	1.889km (頻度 : 10 回)	0.219km (頻度 : 4 回)	0.105km (頻度 : 4 回)
ルート 4	1.212km (頻度 : 10 回)	0.098km (頻度 : 4 回)	0.078km (頻度 : 4 回)
ルート 5	1.176km (頻度 : 10 回)	2.661km (頻度 : 3 回)	1.518km (頻度 : 3 回)

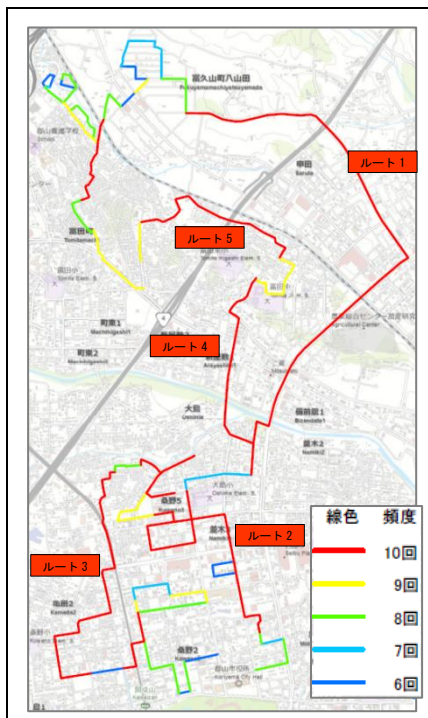


図 6-1 通園バスの走行経路及び測定頻度

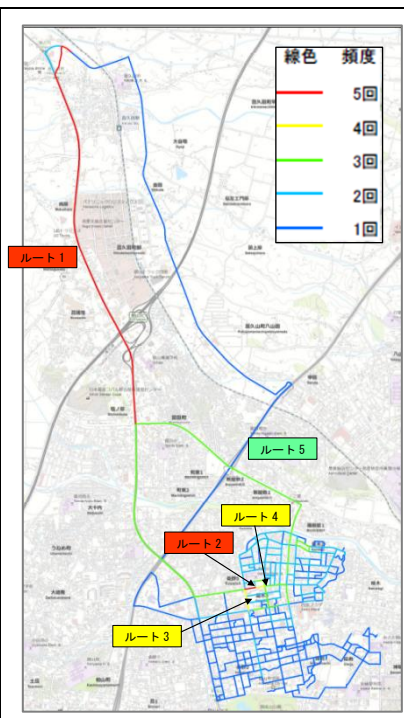


図 6-2 配送車両の走行経路(第 1 週)及び測定頻度

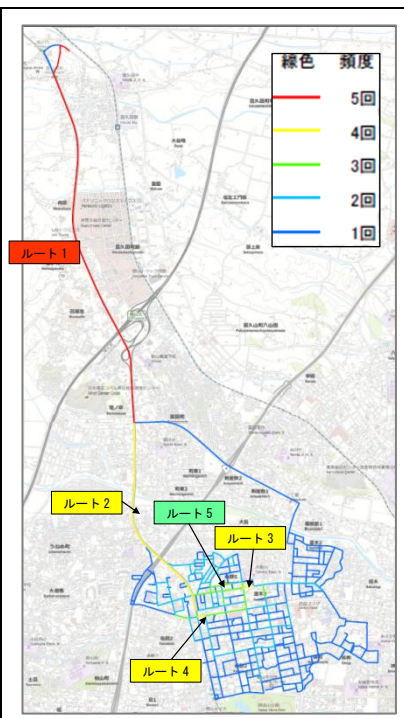
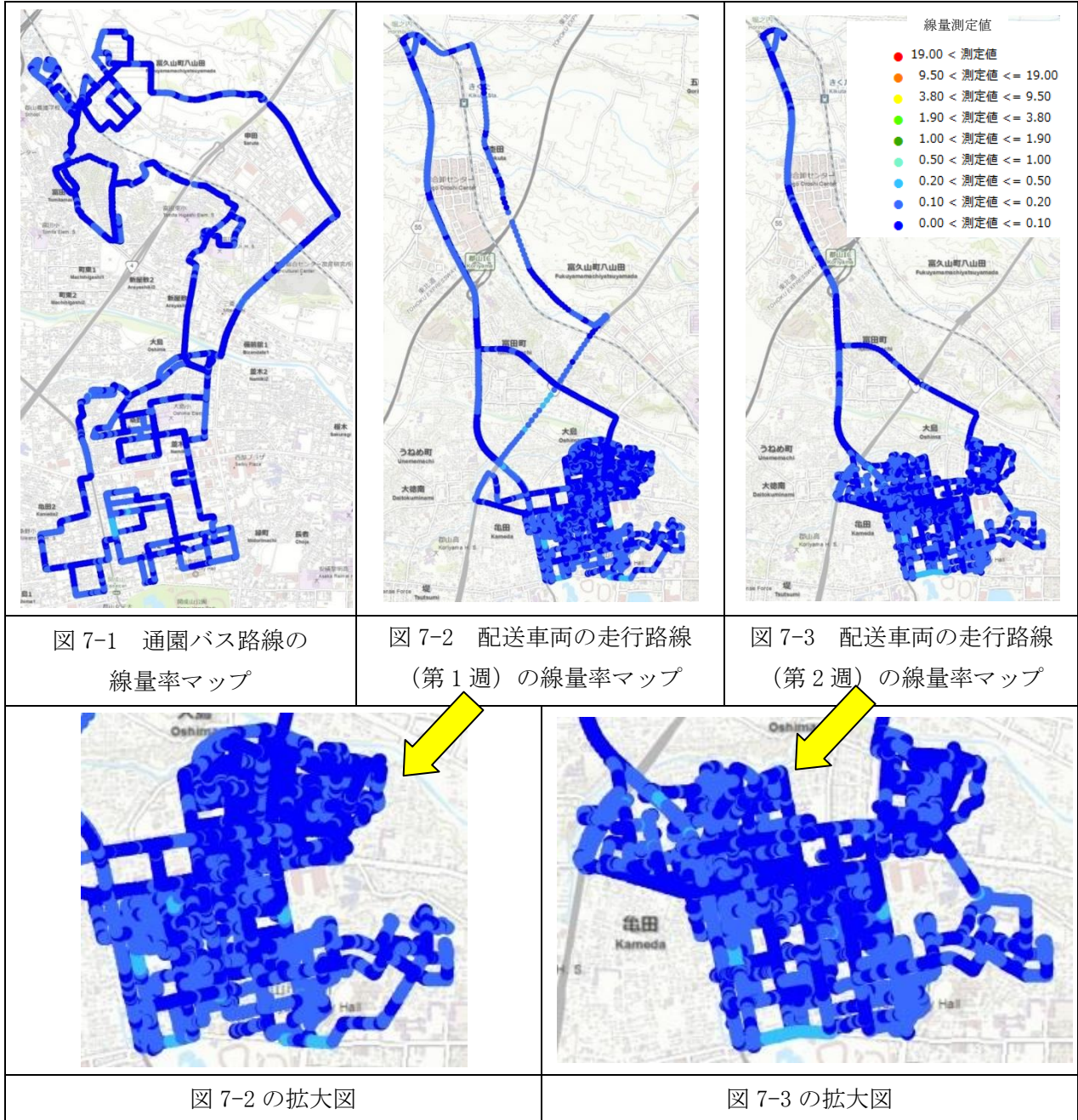


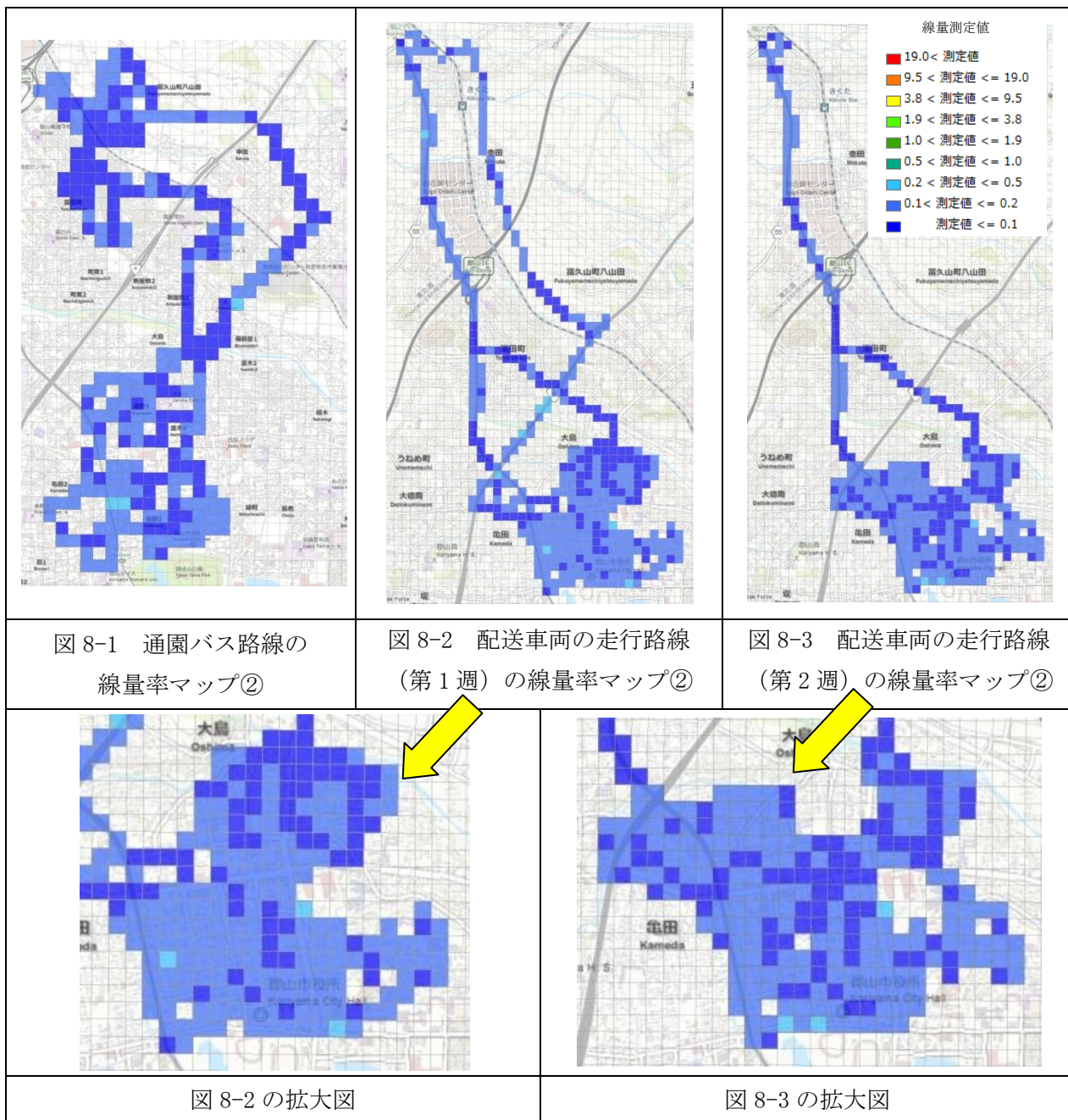
図 6-3 配送車両の走行経路(第 2 週)及び測定頻度

(2) 線量率マップの作成

各5営業日の全走行データを地図上に展開し、測定ポイントの空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) を段階別に色分けした空間線量率マップ①を図7-1～図7-3に、メッシュデータ化し段階別に色分けした空間線量率マップ②を図8-1～図8-3に示す。

通園バスは限られた経路を走行するため、作成可能な線量率マップは限定されたものとなった。一方、配送車両では、配達地域を網羅的に走行するため、地域の空間線量率を精緻に捉えることができた。





(3) ガイドライン法との比較

NaI サーベイメータ（ガイドライン法）で走行ルート of 空間線量率（1m）を測定し、実証技術の測定値と比較を行った結果を図 9 に示す。なお、実証技術の測定値は車内外の補正のみ行った数値である。

今回実証作業において、実証技術とガイドライン法の測定値には、相関関係があり、実証技術とガイドライン法との測定点の距離に近いほど強い相関が得られた。

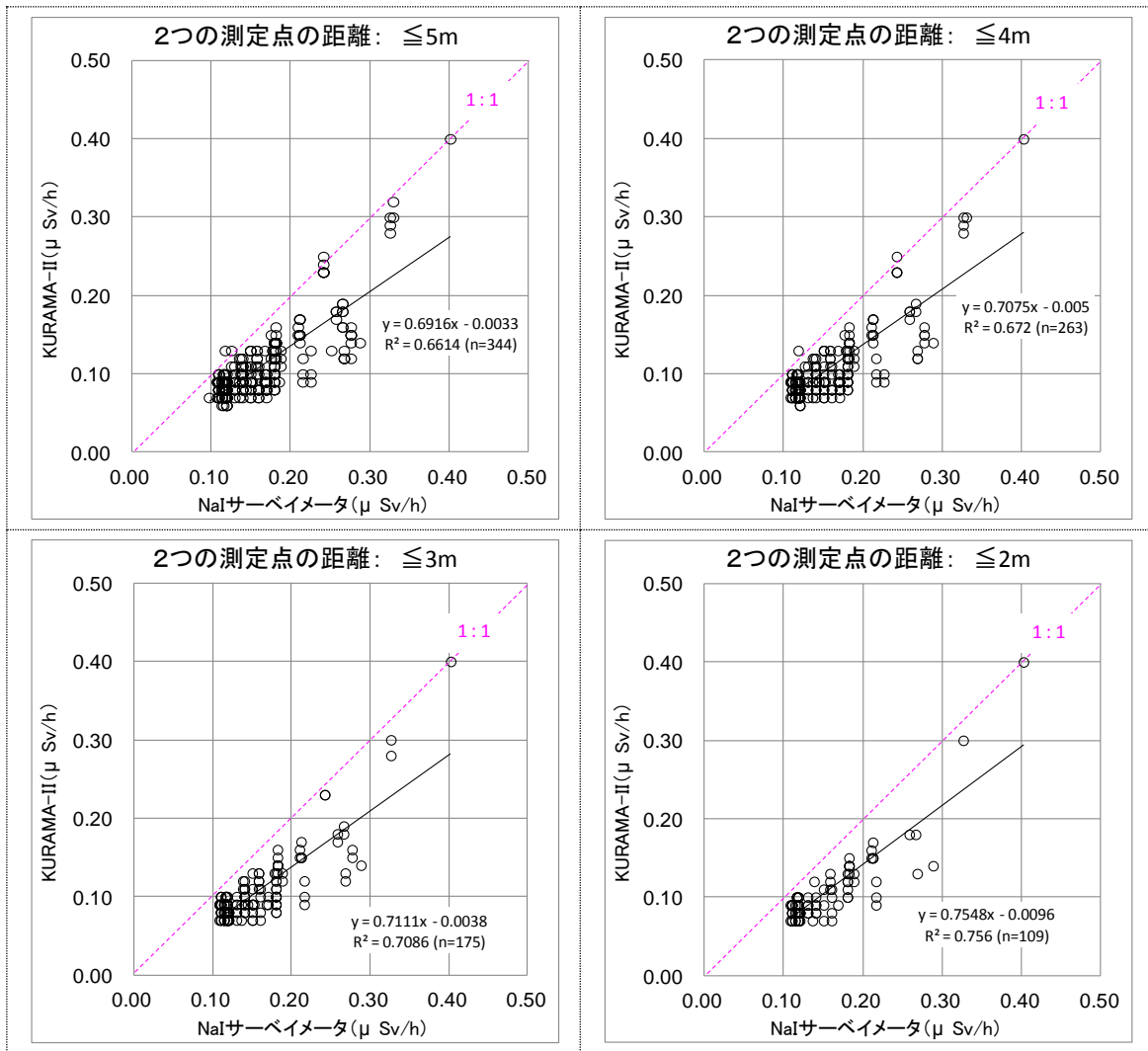


図9 ガイドライン法測定値と実証技術測定値との相関図
 - 測定点のズレによる変動 -

6 評価等

実証技術による空間線量率測定では、補正係数を用いることにより、ガイドライン法測定値への換算が可能である。

また、配送車両のような一定の期間内に対象地区を網羅的に走行する車両に計測装置を積載することで、対象地区の空間線量率データを半自動的に収集し、空間線量率マップを作成することが可能である。