

令和4年度 帰還困難区域における
内部及び外部被ばく線量に関する検討事業

委託業務成果報告書

令和5年3月

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

本報告書は、内閣府による令和4年度 帰還困難区域における内部及び外部被ばく線量に関する検討事業の成果をとりまとめたものである。

目次

1.	はじめに.....	6
2.	特定復興再生拠点区域における大気放射能濃度調査.....	8
2.1	調査方法.....	8
2.1.1	調査地点.....	8
2.1.2	調査期間.....	11
2.1.3	試料採取.....	16
2.1.4	前処理.....	19
2.1.5	放射能分析.....	20
2.1.6	再浮遊係数の評価.....	21
2.1.7	実測値に基づく吸入に伴う内部被ばく評価.....	23
2.1.8	確率論に基づく吸入に伴う内部被ばく評価の概要.....	23
2.1.9	評価モデルのパラメータ.....	24
2.2	調査結果.....	27
2.2.1	気象観測結果.....	27
2.2.2	放射能の測定結果.....	31
2.2.3	大気浮遊塵濃度の調査結果.....	31
2.2.4	浮遊塵放射能濃度の調査結果.....	33
2.2.5	大気放射能濃度の調査結果.....	35
2.2.6	年度別の調査結果の比較.....	37
2.2.7	再浮遊係数の評価.....	40
2.2.7.1	放射性セシウムの ¹³⁷ Cs地表面濃度.....	40
2.2.7.2	再浮遊係数の評価結果.....	45
2.2.7.3	年度別の評価結果の比較.....	47
2.2.8	実測値に基づく吸入に伴う内部被ばく評価結果.....	48
2.2.9	確率論に基づく吸入に伴う内部被ばく評価結果.....	49
3.	個人外部被ばく線量実測値の評価のための位置情報記録用端末及びソフトウェアの整備・運用.....	52
3.1	機材の整備・運用.....	52
3.2	自治体への貸出.....	52

4. 個人外部被ばく線量の推計のための端末及びソフトウェアの整備・運用.....	53
4.1 機材の整備・運用.....	53
4.2 自治体への貸出.....	54
5. 住民への説明に活用可能な個人被ばく線量データの解析・資料作成.....	55
6. まとめ.....	56
謝辞.....	58
参考文献.....	58
7. 参 考 資 料.....	59
7.1 放射能測定データ.....	60
7.2 日中測定と昼夜連続測定による大気浮遊塵濃度の違い.....	65
7.2.1 日中測定と昼夜連続測定について.....	65
7.2.2 調査期間.....	65
7.2.3 放射能の測定結果.....	65
7.2.4 日中測定結果の評価.....	65

図表目次

表 2.1-1	調査地点概要	8
表 2.1-2	試料採取期間 (1/5)	11
表 2.1-3	試料採取期間 (2/5)	12
表 2.1-4	試料採取期間 (3/5)	13
表 2.1-5	試料採取期間 (4/5)	14
表 2.1-6	試料採取期間 (5/5)	15
表 2.1-7	ダストサンプラーの仕様	16
表 2.1-8	気象観測装置の仕様	17
表 2.1-9	NaI サーベイメータの仕様	18
表 2.1-10	被ばく線量評価モデルのパラメータ	26
表 2.2-1	気象データ (1/3)	27
表 2.2-2	気象データ (2/3)	28
表 2.2-3	気象データ (3/3)	29
表 2.2-4	令和4年4月から令和5年2月における大気浮遊塵濃度の平均値	31
表 2.2-5	令和4年4月から令和5年2月における浮遊塵放射能濃度の平均値	33
表 2.2-6	令和4年4月から令和5年2月における大気放射能濃度の統計値	35
表 2.2-7	土壌深度ごとの放射能濃度 (1/2)	41
表 2.2-8	土壌深度ごとの放射能濃度 (2/2)	42
表 2.2-9	¹³⁷ Cs 地表面濃度とスペクトル解析に用いた緩衝深度 (β)	43
表 2.2-10	令和4年4月から令和5年2月における再浮遊係数の統計値	45
表 2.2-11	令和4年4月から令和5年2月における実測値の基づく吸入に伴う内部被ばく実効線量の統計値	48
表 2.2-12	確率論の基づく吸入に伴う内部被ばく実効線量の統計値	50
表 3.1-1	スマートフォン (jetfon S20i) の仕様	52
表 3.1-2	シミュレーションサーバの仕様	52
表 3.2-1	自治体への貸出実績	53
表 4.1-1	デジタルサイネージ (ELC-E430U) の仕様	53
表 4.1-2	シミュレーションサーバの仕様	54
表 4.2-1	自治体への貸出実績	54
表 4.2-1	解析・資料作成実績	55
表 7.1-1	放射能分析結果 (1/5)	60
表 7.1-2	放射能分析結果 (2/5)	61
表 7.1-3	放射能分析結果 (3/5)	62
表 7.1-4	放射能分析結果 (4/5)	63
表 7.1-5	放射能分析結果 (5/5)	64

表 7.2-1	試料採取期間	66
表 7.2-2	放射能分析結果.....	66
表 7.2-3	日中測定と昼夜連続測定による大気浮遊塵中の ^{137}Cs 濃度.....	67
図 2.1-1	調査位置 ⁵⁾	9
図 2.1-2	調査地点の外観.....	10
図 2.1-3	気象観測装置の設置状況.....	17
図 2.1-4	採取試料の放射能測定容器への封入作業.....	19
図 2.1-5	ゲルマニウム半導体検出器を用いた放射能測定作業.....	20
図 2.1-6	in-situ 測定作業風景.....	22
図 2.1-7	コアサンプラー用いた土壌試料採取風景.....	22
図 2.2-1	調査地点毎の気象データ	30
図 2.2-2	調査地点ごとの大気浮遊塵濃度	32
図 2.2-3	大気浮遊塵濃度の経時変化	32
図 2.2-4	調査地点ごとの浮遊塵放射能濃度.....	34
図 2.2-5	浮遊塵放射能濃度の経時変化.....	34
図 2.2-6	調査地点ごとの大気放射能濃度	36
図 2.2-7	大気放射能濃度の経時変化	36
図 2.2-8	大気浮遊塵濃度の調査結果比較	38
図 2.2-9	浮遊塵放射能濃度の調査結果比較.....	38
図 2.2-10	大気放射能濃度の調査結果比較	39
図 2.2-11	土壌中 ^{137}Cs の深度プロファイル.....	44
図 2.2-12	調査地点ごとの再浮遊係数	46
図 2.2-13	再浮遊係数の経時変化.....	46
図 2.2-14	再浮遊係数の評価結果比較	47
図 2.2-15	各自治体における特定復興再生拠点内に滞在した際の内部被ばく実効線量	51
図 2.2-16	年度別の確率論に基づく吸入に伴う内部被ばく実効線量	51
図 4.2-1	デジタルサイネージの設置状況	55

1. はじめに

東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所（以下「福島第一原子力発電所」という。）の事故に伴って環境中に放出された放射性物質による被ばくのリスクを回避することを目的として、空間線量率の状況に応じた避難指示区域（避難指示解除準備区域、居住制限区域、帰還困難区域）が設定された。このうち、避難指示解除準備区域や居住制限区域では除染や復旧工事等が進められ、2017年春までに大熊町・双葉町を除く各市町村の両区域は解除された。また、避難指示の解除に当たっては、放射線の健康影響等に関する不安に答える対策を取りまとめた「帰還に向けた安全・安心対策に関する基本的考え方」（2013年11月20日）¹⁾を踏まえた放射線防護対策が講じられてきた。

一方、長期にわたって居住を制限するとされていた帰還困難区域に対しても、“区域の見直しは行わず、線量の低下状況も踏まえて避難指示を解除し、居住を可能とすることを目指す「復興拠点」の整備を可能とする”との方針が、「帰還困難区域の取扱いに関する考え方」（2016年8月31日）²⁾で示された。この方針を受けて、福島復興再生特別措置法が改正（2017年5月19日公布・施行）され、帰還困難区域内についても概ね5年以内に避難指示を解除し、居住を可能とすることを目指す「特定復興再生拠点区域」を町村ごとに定めることが可能となり、帰還困難区域をもつ6町村（浪江町、双葉町、大熊町、富岡町、飯館村、葛尾村）において「特定復興再生拠点区域復興再生計画」が策定された。いずれの特定復興再生拠点区域も令和4年春頃から令和5年春頃までに避難指示を解除することを目標に、区域内の除染やインフラ等の整備が進められている。令和2年3月にはJR常磐線の全線開通に合わせ駅周辺の一部を避難指示解除や令和3年には立ち入り規制緩和など、段階的な避難指示解除が行われた。また、令和4年6月に大熊町の特定復興再生拠点区域の避難指示が解除され、令和4年8月に双葉町の特定復興再生拠点区域の避難指示が解除された。

内閣府原子力災害対策本部原子力被災者生活支援チーム（以下「支援チーム」という。）は、こうした避難指示解除に向けた動きが進んでいることを踏まえ、2018年8月から、特定復興再生拠点区域への住民の帰還を現実のものとするべく、必要な放射線防護対策の検討を開始した³⁾。具体的には、2013年11月に示された「帰還に向けた安全・安心対策に関する基本的考え方」を踏まえつつ、高線量地域を含む帰還困難区域の一部を特定復興再生拠点区域として解除することに鑑み、これまで以上に住民の放射線に関する種々の不安にきめ細かく対応するために以下のような対策を講じることが「特定復興再生拠点における放射線防護対策について」（2018年12月12日）⁴⁾で示された。

- 1) 個人線量管理の着実な実施
- 2) 詳細な線量マップの提示
- 3) 区域内における代表的な行動パターンに基づく外部被ばく線量の推計値の提示

- 4) 内部被ばく調査のためのダストサンプリングの実施
- 5) 代表地点における区域内に残置された物の汚染度合いの調査
- 6) 実走による放射性物質の付着調査
- 7) 住民等を対象とした相談窓口の確保 等

上記の方針に基づき、支援チームは令和元年度から内部被ばく評価のために特定復興再生拠点区域内においてダストサンプリングを実施するとともに、今年度から新たに帰還困難区域全域における住民の外部被ばく線量の評価及び管理に係る検討を開始した。本事業は、内閣府からの委託を受け、帰還困難区域における内部及び外部被ばく線量について検討するものである。

2. 特定復興再生拠点区域における大気放射能濃度調査

2.1 調査方法

2.1.1 調査地点

大気放射能濃度を測定するために、表 2.1-1 及び図 2.1-1、図 2.1-2 に示す調査地点にハイボリュームエアースンプラー（以下「ダストサンプラー」という。）を設置し、大気浮遊塵を採取した。いずれの調査地点についても令和3年度から変更はない。なお、双葉町の F-5 および F-6 地点については、令和4年8月30日に特定復興再生拠点区域の避難指示が解除された。同様に、大熊町の O-1 および O-2 地点については、令和4年6月30日に特定復興再生拠点区域の避難指示が解除された。

表 2.1-1 調査地点概要

	市町村	地点	緯度	経度	地面の状態
F-5	双葉町	長塚越田スクリーニング場	37.45716	141.00571	碎石交じり土
F-6	双葉町	長塚越田スクリーニング場	37.45754	141.00553	アスファルト
O-1	大熊町	保育所	37.40505	140.97693	土
O-2	大熊町	老人福祉センター	37.40499	140.97719	アスファルト
T-1	富岡町	夜の森つつみ公園	37.36365	140.99696	草地
T-2	富岡町	夜ノ森駅北側駐車場	37.36677	140.99245	アスファルト

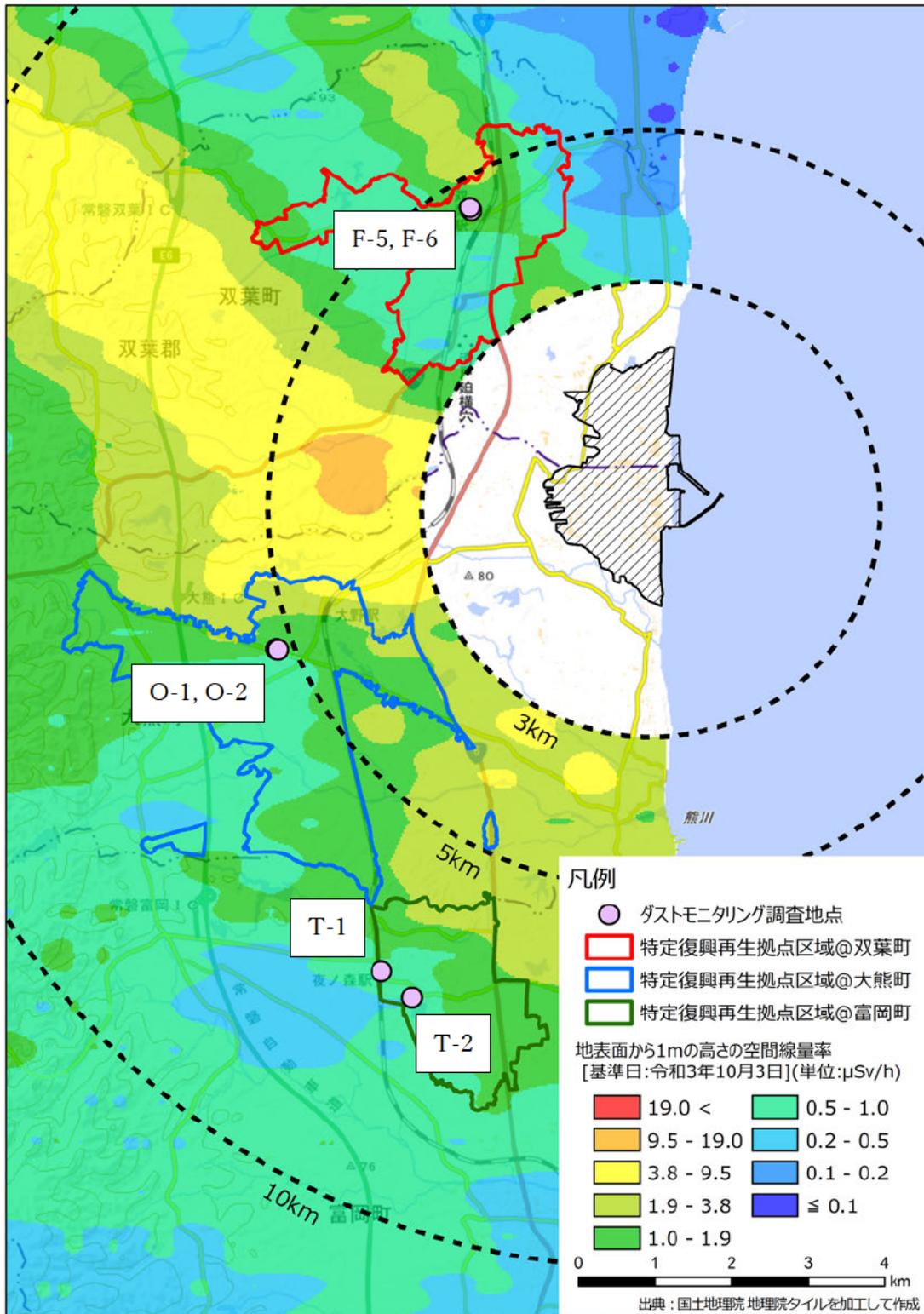
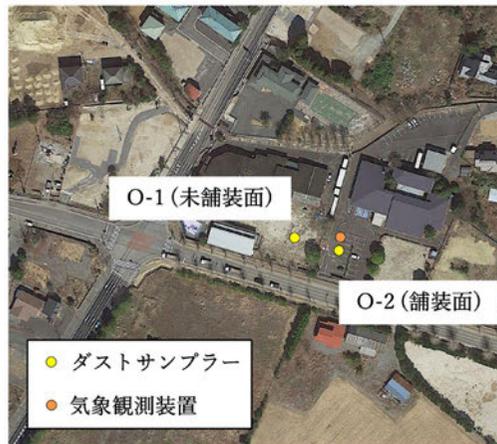


図 2.1-1 調査位置⁵⁾



F-5 (未舗装面)



F-6 (舗装面)



O-1 (未舗装面)



O-2 (舗装面)



T-1 (未舗装面)



T-2 (舗装面)

図 2.1-2 調査地点の外観

2.1.2 調査期間

大気浮遊塵は令和4年4月から令和5年3月にかけて、表 2.1-1 に示す地点で定期的に採取した。試料採取期間の詳細を表 2.1-2～表 2.1-6 に示す。

表 2.1-2 試料採取期間 (1/5)

採取地点	試料 No.	採取開始日	採取終了日	採取期間 (日)	採取時間 (時間)	空間線量率 (μ Sv/h)
双葉町						
F-5	F-5-1	2022/4/12	2022/4/26	14	340.57	0.28
F-6	F-6-1				340.67	0.36
F-5	F-5-2	2022/4/26	2022/5/10	14	331.65	0.30
F-6	F-6-2				331.20	0.36
F-5	F-5-3	2022/5/10	2022/5/24	14	335.57	0.27
F-6	F-6-3				335.45	0.34
F-5	F-5-4	2022/5/24	2022/6/8	15	359.95	0.29
F-6	F-6-4				360.08	0.38
F-5	F-5-5	2022/6/8	2022/6/21	13	311.52	0.27
F-6	F-6-5				311.53	0.36
F-5	F-5-6	2022/6/21	2022/7/5	14	335.95	0.28
F-6	F-6-6				335.95	0.38
F-5	F-5-7	2022/7/5	2022/7/19	14	335.88	0.28
F-6	F-6-7				335.92	0.36
F-5	F-5-8	2022/7/19	2022/8/2	14	335.78	0.27
F-6	F-6-8				335.80	0.36
F-5	F-5-9	2022/8/2	2022/8/17	15	364.88	0.29
F-6	F-6-9				364.93	0.38
F-5	F-5-10	2022/8/17	2022/8/31	14	336.12	0.28
F-6	F-6-10				335.98	0.38
F-5	F-5-11	2022/8/31	2022/9/12	12	282.90	0.28
F-6	F-6-11				282.85	0.37
F-5	F-5-12	2022/9/12	2022/9/27	15	359.90	0.26
F-6	F-6-12				359.78	0.34
F-5	F-5-13	2022/10/4	2022/10/18	14	335.25	0.26
F-6	F-6-13				335.32	0.33

表 2.1-3 試料採取期間 (2/5)

採取地点	試料 No.	採取開始日	採取終了日	採取期間 (日)	採取時間 (時間)	空間線量率 (μ Sv/h)
F-5	F-5-14	2022/10/18	2022/11/1	14	336.23	0.26
F-6	F-6-14				336.23	0.36
F-5	F-5-15	2022/11/1	2022/11/15	14	335.63	0.29
F-6	F-6-15				335.58	0.38
F-5	F-5-16	2022/11/15	2022/11/28	13	312.43	0.28
F-6	F-6-16				312.37	0.37
F-5	F-5-17	2022/11/28	2022/12/13	15	359.62	0.28
F-6	F-6-17				359.50	0.35
F-5	F-5-18	2022/12/13	2022/12/26	13	311.57	0.26
F-6	F-6-18				311.60	0.37
F-5	F-5-19	2022/12/26	2023/1/10	15	363.72	0.28
F-6	F-6-19				363.83	0.33
F-5	F-5-20	2023/1/10	2023/1/24	14	332.08	0.28
F-6	F-6-20				332.02	0.36
F-5	F-5-21	2023/1/27	2023/2/7	11	264.22	0.27
F-6	F-6-21				336.02	0.38
F-5	F-5-22	2023/2/7	2023/2/21	14	335.75	0.28
F-6	F-6-22				335.60	0.37
F-5	F-5-23	2023/2/21	2023/3/7	14	336.02	0.28
F-6	F-6-23				335.87	0.37
大熊町						
O-1	O-1-01	2022/4/12	2022/4/26	14	334.22	0.34
O-2	O-2-01				334.12	0.96
O-1	O-1-02	2022/4/26	2022/5/10	14	335.52	0.36
O-2	O-2-02				335.52	1.07
O-1	O-1-03	2022/5/10	2022/5/24	14	335.67	0.35
O-2	O-2-03				335.28	1.04
O-1	O-1-04	2022/5/24	2022/6/8	15	358.68	0.33
O-2	O-2-04				358.25	1.09
O-1	O-1-05	2022/6/8	2022/6/21	13	310.78	0.34
O-2	O-2-05				310.67	1.04
O-1	O-1-06	2022/6/21	2022/7/5	14	335.27	0.37
O-2	O-2-06				335.02	1.03

表 2.1-4 試料採取期間 (3/5)

採取地点	試料 No.	採取開始日	採取終了日	採取期間 (日)	採取時間 (時間)	空間線量率 (μ Sv/h)
O-1	O-1-07				334.60	0.35
O-2	O-2-07	2022/7/5	2022/7/19	14	334.50	1.02
O-1	O-1-08				331.23	0.35
O-2	O-2-08	2022/7/19	2022/8/2	14	331.12	1.10
O-1	O-1-09				362.52	0.34
O-2	O-2-09	2022/8/2	2022/8/17	15	362.57	1.06
O-1	O-1-10				334.90	0.34
O-2	O-2-10	2022/8/17	2022/8/31	14	334.87	1.06
O-1	O-1-11				284.73	0.33
O-2	O-2-11	2022/8/31	2022/9/12	12	284.72	0.99
O-1	O-1-12				359.35	0.33
O-2	O-2-12	2022/9/12	2022/9/27	15	358.90	1.02
O-1	O-1-13				334.88	0.33
O-2	O-2-13	2022/10/4	2022/10/18	14	334.90	1.04
O-1	O-1-14				335.37	0.33
O-2	O-2-14	2022/10/18	2022/11/1	14	334.88	1.03
O-1	O-1-15				335.23	0.34
O-2	O-2-15	2022/11/1	2022/11/15	14	334.72	1.10
O-1	O-1-16				311.92	0.35
O-2	O-2-16	2022/11/15	2022/11/28	13	311.80	1.10
O-1	O-1-17				359.83	0.34
O-2	O-2-17	2022/11/28	2022/12/13	15	358.70	1.07
O-1	O-1-18				310.48	0.33
O-2	O-2-18	2022/12/13	2022/12/26	13	310.32	1.09
O-1	O-1-19				361.90	0.35
O-2	O-2-19	2022/12/26	2023/1/10	15	361.43	1.07
O-1	O-1-20				334.12	0.35
O-2	O-2-20	2023/1/10	2023/1/24	14	333.58	1.14
O-1	O-1-21				335.88	0.35
O-2	O-2-21	2023/1/24	2023/2/7	14	335.83	1.09
O-1	O-1-22				335.13	0.36
O-2	O-2-22	2023/2/7	2023/2/21	14	334.68	1.08

表 2.1-5 試料採取期間 (4/5)

採取地点	試料 No.	採取開始日	採取終了日	採取期間 (日)	採取時間 (時間)	空間線量率 (μ Sv/h)
O-1	O-1-23				335.75	0.33
O-2	O-2-23	2023/2/21	2023/3/7	14	335.67	1.05
富岡町						
T-1	T-1-1	2022/4/12	2022/4/26	14	336.10	0.24
T-2	T-2-1				336.05	0.27
T-1	T-1-2	2022/4/26	2022/5/10	14	337.00	0.25
T-2	T-2-2				336.75	0.28
T-1	T-1-3	2022/5/10	2022/5/24	14	336.43	0.26
T-2	T-2-3				336.33	0.27
T-1	T-1-4	2022/5/24	2022/6/8	15	358.60	0.26
T-2	T-2-4				358.63	0.27
T-1	T-1-5	2022/6/8	2022/6/21	13	311.83	0.25
T-2	T-2-5				311.80	0.25
T-1	T-1-6	2022/6/21	2022/7/5	14	336.13	0.26
T-2	T-2-6				336.00	0.27
T-1	T-1-7	2022/7/5	2022/7/19	14	335.32	0.26
T-2	T-2-7				335.42	0.26
T-1	T-1-8	2022/7/19	2022/8/2	14	333.95	0.27
T-2	T-2-8				334.18	0.26
T-1	T-1-9	2022/8/2	2022/8/17	15	-	0.27
T-2	T-2-9				359.92	0.26
T-1	T-1-10	2022/8/17	2022/8/31	14	311.95	0.26
T-2	T-2-10				334.95	0.25
T-1	T-1-11	2022/8/31	2022/9/12	12	292.20	0.25
T-2	T-2-11				290.77	0.23
T-1	T-1-12	2022/9/12	2022/9/27	15	358.88	0.24
T-2	T-2-12				359.08	0.25
T-1	T-1-13	2022/10/4	2022/10/18	14	335.65	0.25
T-2	T-2-13				335.98	0.24
T-1	T-1-14	2022/10/18	2022/11/1	14	336.50	0.26
T-2	T-2-14				336.42	0.25
T-1	T-1-15	2022/11/1	2022/11/15	14	335.17	0.26
T-2	T-2-15				335.30	0.25

表 2.1-6 試料採取期間 (5/5)

採取地点	試料 No.	採取開始日	採取終了日	採取期間 (日)	採取時間 (時間)	空間線量率 (μ Sv/h)
T-1	T-1-16	2022/11/15	2022/11/28	13	312.43	0.26
T-2	T-2-16				312.28	0.25
T-1	T-1-17	2022/11/28	2022/12/13	15	360.13	0.24
T-2	T-2-17				360.13	0.24
T-1	T-1-18	2022/12/13	2022/12/26	13	310.57	0.24
T-2	T-2-18				310.65	0.25
T-1	T-1-19	2022/12/26	2023/1/10	15	357.02	0.25
T-2	T-2-19				357.00	0.25
T-1	T-1-20	2023/1/10	2023/1/24	14	338.92	0.25
T-2	T-2-20				339.03	0.25
T-1	T-1-21	2023/1/24	2023/2/7	14	336.37	0.23
T-2	T-2-21				336.28	0.24
T-1	T-1-22	2023/2/7	2023/2/21	14	335.42	0.22
T-2	T-2-22				335.20	0.25
T-1	T-1-23	2023/2/21	2023/3/7	14	336.00	0.22
T-2	T-2-23				336.92	0.25

2.1.3 試料採取

大気浮遊塵は、ダストサンプラーを用いて、シリカろ紙(株式会社 ADVANTEC 社製 QR-100) 上に採取した。大気浮遊塵の採取高さは地表面から約 1.25m の高さとし、採取流量は 1000 L min^{-1} とした。採取した大気浮遊塵試料は、浮遊塵濃度 (mg m^{-3}) 及び放射性セシウム 137 (以下「 ^{137}Cs 」という。) 濃度の測定に供した。また、同一地点で気象観測装置による観測及び NaI サーベイメータを用いた空間線量率の測定を行った。気象観測装置は図 2.1-3 に示す周囲に障害物の少ない開けた場所に設置し、集積センサーは地上 2.3 m の高さとした。気象データの記録間隔は 10 分間とし、その間隔における平均温度、平均湿度、平均風速、最頻風向、積算降水量を記録した。ダストサンプラー、気象観測装置及び NaI サーベイメータの仕様をそれぞれ表 2.1-7～表 2.1-9 に示す。

表 2.1-7 ダストサンプラーの仕様

柴田科学株式会社製	
製品名	HV-RW
標準吸引流量	1000 L min^{-1}
設定流量範囲	$100\sim 1200 \text{ L min}^{-1}$
流量精度	設定流量に対し $\pm 5\%$ 以内
ろ紙	$203 \times 254 \text{ mm}$ 角形ろ紙
捕集効率	99.9 % ($0.3 \mu\text{m}$ DOP 粒子)
電源	AC100V 10A
寸法 (使用時)	$575(\text{W}) \times 575(\text{D}) \times 1420(\text{H})$ mm
重量	約 31 kg

表 2.1-8 気象観測装置の仕様

Davis 社製	
製品名	ワイヤレス・ウェザーステーション Vantage Vue
動作温度範囲	-40°C～+65°C
センサー	風速センサー：マグネットセンサー式風杯 風向センサー：マグネットエンコーダー式矢羽根 温度センサー：PN 接合半導体センサー 相対湿度センサー：フィルムキャパシター式センサー 雨量計：転倒升式
風向	16 方位 0～360° 誤差 3°
風速	0.5～67 m s ⁻¹
屋外温度	-40°C～+60°C 誤差±0.5°C
屋外湿度	1～100% 相対湿度 誤差±3%
雨量率	0～1016 mm hr ⁻¹ 誤差±5%



図 2.1-3 気象観測装置の設置状況

表 2.1-9 NaI サーベイメータの仕様

日本レイテック株式会社製	
製品名	エネルギー補償形 γ 線用シンチレーションサーベイメーター TCS-172B
検出器	$\phi 25.4 \times 25.4$ mm NaI(Tl)シンチレーション検出器
測定範囲	線量当量率：BG $\sim 30 \mu$ Sv h $^{-1}$ 計数率： ~ 30 ks $^{-1}$
エネルギー特性	^{137}Cs に対し $\pm 15\%$ 以下 (3keV ~ 1.5 MeV)
使用温度範囲	0 $\sim 40^\circ\text{C}$ (周囲温度)
設定時定数	30 秒

2.1.4 前処理

所定量の大気を吸引したろ紙は、付着した塵を落とさないように注意して恒温槽（ヤマト科学株式会社製、DKM300）で12時間乾燥後、電子天秤（ザルトリウス・ジャパン株式会社製、AP225W-AD）で試料採取後重量を測定した。その後、放射能測定用U-8容器（外形φ55mm、高さ65mm）に詰めるために、12枚の円形に打ち抜き容器に重ねて詰めて測定試料とした（図2.1-4）。

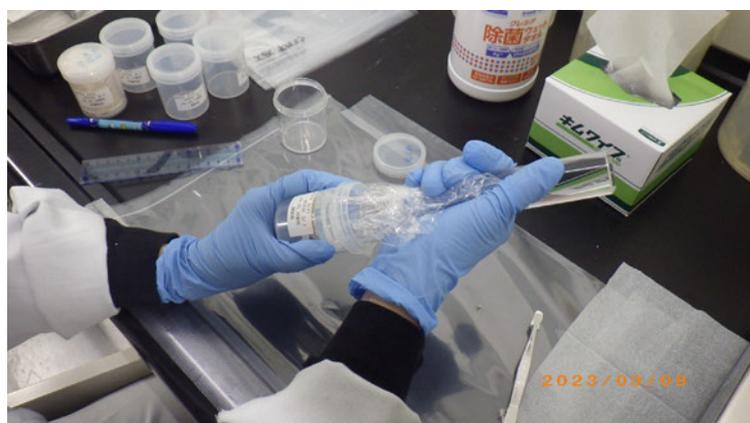
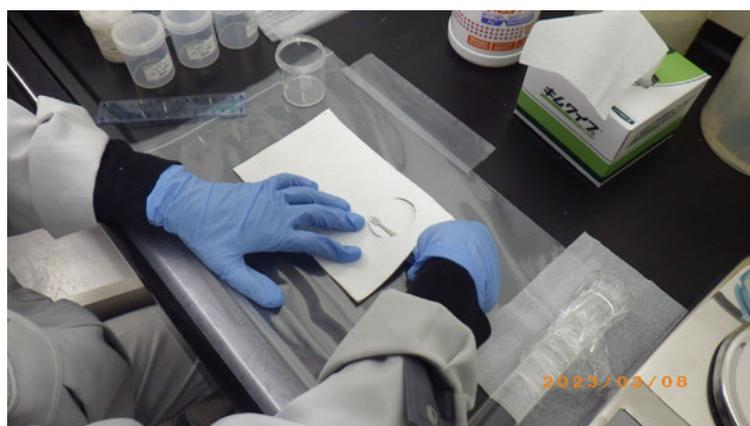


図 2.1-4 採取試料の放射能測定容器への封入作業

2.1.5 放射能分析

^{137}Cs の分析はゲルマニウム半導体検出器（ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ株式会社製）を用いて行った（図 2.1-5）。得られたガンマ線スペクトルデータはガンマエクスプローラで解析した。効率校正には放射能標準ガンマ体積線源（日本アイソトープ協会）を使用した。



図 2.1-5 ゲルマニウム半導体検出器を用いた放射能測定作業

2.1.6 再浮遊係数の評価

大気放射能濃度は、地表面へ沈着した放射性物質の再浮遊に影響される。放射性物質の地表面濃度と大気放射能濃度の関係の評価するため、それぞれの調査地点における再浮遊係数を求めた。再浮遊係数は一般的に次式で算出される。

$$RF = \frac{C_{air}}{I_{dep}} \quad (1)$$

ここで、

RF ：再浮遊係数 (m^{-1})

C_{air} ：大気放射能濃度 ($Bq\ m^{-3}$)

I_{dep} ：地表面濃度 ($Bq\ m^{-2}$)

^{137}Cs 地表面濃度は、ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法⁶⁾に基づき γ 線スペクトル測定を実施し、スペクトル解析により算出した。in-situ 測定によるスペクトル解析で使用する ^{137}Cs の緩衝深度（放射能濃度が地表面の $1/e$ ($\approx 1/2.7$) になる深度）は、舗装面では ICRU によって報告されているコンクリートの場合の値である $0.1\ g\ cm^{-2}$ を採用⁷⁾し、未舗装面では実測値とした。

未舗装面土壌中の緩衝深度を調べるため、F-5 地点、O-1 地点及び T-1 地点については、昨年度と同じ場所でコアサンプラーを用いて表層から 15 cm 深度の土壌を採取した。採取した土壌試料は深度ごとに分画後、ゲルマニウム半導体検出器で ^{137}Cs 濃度を測定した。In-Situ Object Calibration Software (CANBERRA、USA)による解析法の標準ジオメトリーに深度ごとの放射能濃度を与え、 γ 線スペクトルの解析を行った。

得られた ^{137}Cs 地表面濃度は、測定日からの物理減衰を考慮した令和 4 年 4 月 1 日時点における存在割合を求め、(1) 式に供した。



図 2.1-6 in-situ 測定作業風景



図 2.1-7 コアサンプラー用いた土壌試料採取風景

2.1.7 実測値に基づく吸入に伴う内部被ばく評価

^{137}Cs の吸入に伴う内部被ばく線量は、実測した大気放射能濃度に基づき、次式を用いて評価した。

$$E = AR \times CF \times R \times T \quad (2)$$

ここで、

E : 成人の場合の吸入による預託実効線量 (将来 50 年にわたって受ける実効線量の積算値)

AR : 大気放射能濃度 (mBq m^{-3})

CF : 吸入の場合の預託実効線量係数 (^{137}Cs : $3.9 \times 10^{-5} \text{ mSv Bq}^{-1}$ ⁸⁾ を採用)

R : 呼吸率係数 ($46.32 \text{ m}^3 \text{ 日}^{-1}$ ⁹⁾)

T : 屋外滞在時間 (24 時間¹⁰⁾)

令和 3 年以前の事業では、一時立入を想定し 1 日当たりの滞在時間を 10 時間として内部被ばく線量を計算した。今年度から双葉町及び大熊町の特定復興再生拠点における避難指示が解除されたため、本事業では住民が生活のため終日滞在することを想定し、1 日当たりの滞在時間を 24 時間として内部被ばく実効線量を評価した。2.2.9 節では年度別に評価結果を比較するため、令和 3 年以前の事業の結果を滞在時間 24 時間として再計算した値を用いた。

2.1.8 確率論に基づく吸入に伴う内部被ばく評価の概要

実効線量は、(i) 大気浮遊塵や土壌、環境水等の環境媒体中濃度 (本稿では大気浮遊塵中の放射性物質濃度を指す) または外部放射線や吸入等による内部被ばくに起因する被ばく線量率の特定に加えて、(ii) 経路別の生活習慣または行動パターンを特定し、これらの情報と線量換算係数を組み合わせることで評価することができる。これらの (i) 及び (ii) に関する情報は、集められたデータの中から代表値を選択して点推定に用いるか、またはデータの分布を用いることで、実効線量を評価することができる。2.1.7 節では、代表値を用いた点推定 (一般に決定論的評価と呼ばれる) 方法を述べたが、本節では、データの分布を用いてモンテカルロ解析を行い線量分布を評価する方法 (一般的に確率論的評価と呼ばれる) について述べる。

ここでは、特定復興再生拠点区域での活動を再開した際に、大気の吸入により生ずる内部被ばくの実効線量について、活動範囲内の空間線量率や解析期間中の再浮遊係数、吸入に関する線量換算計数などのパラメータはばらつきを含むため、それを考慮した統計値を設定し、特定復興再生拠点区域内に滞在することによる潜在的な実効線量の範囲を確率論的に

評価した。

2.1.9 評価モデルのパラメータ

住民グループ j に属する個人の再浮遊核種の吸入による内部被ばく実効線量 E_j^{RI} は以下の式 (3) で表される。

$$E_j^{res} = K \cdot B_j \cdot (RF_{res} \cdot p_{l,in,j} + p_{l,out,j}) \cdot A_{137}(0) \cdot (C_{134} \cdot k_{134}^{RI} + k_{137}^{RI}) \quad (3)$$

ここで、

- K : 再浮遊係数 (m^{-1})
- B_j : 住民グループ j の呼吸率 ($m^3 h^{-1}$)
- RF_{res} : 建屋のフィルタリング効果による被ばく低減係数
- $p_{l,in,j}$: 住民グループ j の場所 l の屋内における 1 日当たりの滞在割合
- $p_{l,out,j}$: 住民グループ j の場所 l の屋外における 1 日当たりの滞在割合
- $A_{137}(0)$: 空間線量率実測値に基づく ^{137}Cs 地表面濃度 ($Bq m^{-2}$)
- C_{134} : ^{137}Cs 地表面濃度に対する ^{134}Cs の地表面濃度の比 (-)
- k_{134}^{RI} : 住民グループ j に対する ^{134}Cs の吸入に関する線量換算係数 ($Sv Bq^{-1}$)
- k_{137}^{RI} : 住民グループ j に対する ^{137}Cs の吸入に関する線量換算係数 ($Sv Bq^{-1}$)

である。

空間線量率実測値 H に基づく ^{137}Cs 地表面濃度 $A_{137}(0)$ は、以下の式 (4) で表される。

$$A_{137}(0) = \frac{(H - H_n)}{C_{134} \cdot k_{134}^g + k_{137}^g} \quad (4)$$

ここで、

- $A_{137}(0)$: 空間線量率実測値に基づく ^{137}Cs 地表面濃度 ($Bq m^{-2}$)
- H : 空間線量率実測値 ($\mu Sv h^{-1}$)
- H_n : 自然放射線の寄与 ($\mu Sv h^{-1}$)
- k_{134}^g : ^{134}Cs $1Bq \cdot m^{-2}$ から空間線量率への換算係数 ($\mu Sv/h$ per $1Bq \cdot m^{-2}$)
- k_{137}^g : ^{137}Cs $1Bq \cdot m^{-2}$ から空間線量率への換算係数 ($\mu Sv/h$ per $1Bq \cdot m^{-2}$)

^{134}Cs 、 ^{137}Cs の存在割合に関しては、2011 年 3 月 15 日時点における比を $C_{134}/C_{137} = 1.0$ として、物理減衰を考慮した空間線量率実測時点における存在割合を求めた。また、自然放射線の寄与 H_n は $0.04 \mu Sv h^{-1}$ とした。

住民グループ j の場所 l の屋内外における 1 日当たりの滞在時間 $p_{l,in(or out),j}$ は、その

場所での平均的な滞在時間 $t_{l,in(or out),j}$ を用いて以下の式 (5) で表される。

$$p_{l,in(or out),j} = \frac{t_{l,in(or out),j}}{24} \quad (5)$$

なお、建屋のフィルタリング効果による被ばく低減係数 RF_{res} は本評価ではすべて屋外に滞在することを想定することから 1.0 と設定した。また、再浮遊係数は、確率論に基づく評価では、双葉町、富岡町、大熊町で測定された合計のデータに対して対数正規分布を仮定して再浮遊係数値の分布形を決定し、時間に依存してないモデルとして評価した。

再浮遊核種の吸入による実効線量を確率論的に評価する際に用いたパラメータセット及び評価用いた空間線量率を整理してそれぞれ表 2.1-10 に示す。

表 2.1-10 被ばく線量評価モデルのパラメータ

名称	単位	定数値	分布形	統計値				設定根拠	
				GM	GSD	Min.	Max		
k_{134}^g	$\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	8.50E-6	—	—	—	—	—	Saito et al ⁵⁾ により示された $\beta=0.0$ に対する単位地表面濃度から周辺線量当量への換算係数を用いた。	
k_{137}^g	¹ per Bq m^{-2}	3.15E-6	—	—	—	—	—		
k_{134}^{RI}	Sv Bq^{-1}	—	一様	—	—	6.6E-9	2.0E-8	ICRP Publication 71 ¹¹⁾ に示された AMAD=1 μm 、Absorption Type F,M,S の範囲の最小値、最大値を設定	
k_{137}^{RI}		—	一様	—	—	4.6E-9	3.9E-8		
C_{134}	双葉町	—	0.03	—	—	—	—	2011年3月15日時点の ^{134}Cs と ^{137}Cs の存在割合を 1:1 とし、物理減衰を考慮して空間線量率測定時点における存在割合を求めた。	
	大熊町	—	0.03	—	—	—	—		
	富岡町	—	0.03	—	—	—	—		
$p_{l,in,j}$	—	0.0	—	—	—	—	—	評価時間 24 時間、屋外滞在割合 1.0 とした。	
$p_{l,out,j}$	—	1.0	—	—	—	—	—		
K	m^{-1}	—	対数正規	1.2E-9	3.5	1.8E-10	1.8E-8	令和 4 年 4 月から令和 4 年 12 月までに測定されたデータを使用。平均値、分散値は、双葉町、富岡町、大熊町の計 6 か所の全データ全部に対して求めた。	
B_j	$\text{m}^3 \text{h}^{-1}$	1.93	—	—	—	—	—	ラドン濃度測定・線量評価最終報告書(放射線医学総合研究所,1998) に示された速やかな歩行の値とした。	
H	双葉町	$\mu\text{Sv h}^{-1}$	—	対数正規	0.30	1.9	—	—	令和 4 年 5 月 11 日から 7 月 27 日までのそれぞれの地区における特定復興再生拠点区域内の歩行サーベイ結果。自然放射線を含めた値。
	大熊町				0.56	1.7	—	—	
	富岡町				0.47	1.7	—	—	

2.2 調査結果

2.2.1 気象観測結果

表 2.2-1~表 2.2-3 に気象観測結果を示す。表 2.2-1~表 2.2-3 の気象データは大気浮遊塵の採取期間中における平均温度、平均湿度、平均風速、最頻風向、積算降水量とした。また、これらの気象観測結果の経時変化を図 2.2-1 に示した。

表 2.2-1 気象データ (1/3)

採取開始日	採取終了日	温度 (°C)	湿度 (%)	風速 (m s ⁻¹)	最頻 風向	積算降水量 (mm)
双葉町						
2022/4/12	2022/4/26	12.9	80.7	0.9	NE	87.60
2022/4/26	2022/5/10	14.1	73.1	1.1	SE	98.20
2022/5/10	2022/5/24	16.4	81.1	0.6	SE	60.20
2022/5/24	2022/6/8	17.2	83.6	0.9	SE	282.00
2022/6/8	2022/6/21	18.9	85.9	0.5	SE	49.20
2022/6/21	2022/7/5	25.6	81.3	0.6	SE	35.20
2022/7/5	2022/7/19	23.4	93.9	0.6	SE	156.80
2022/7/19	2022/8/2	26.1	89.7	0.4	SE	38.20
2022/8/2	2022/8/17	26.3	85.6	0.7	SE	96.40
2022/8/17	2022/8/31	23.6	88.7	0.4	SE	64.60
2022/8/31	2022/9/12	23.5	91.2	0.6	SE	21.00
2022/9/12	2022/9/27	21.8	89.3	0.9	SE	157.40
2022/10/4	2022/10/18	16.6	88.1	0.4	NE	137.20
2022/10/18	2022/11/1	12.6	78.9	0.5	NE	5.40
2022/11/1	2022/11/15	12.8	77.7	0.5	SE	1.60
2022/11/15	2022/11/28	10.4	80.8	0.5	NE	119.40
2022/11/28	2022/12/13	7.5	79.2	0.6	NE	18.20
2022/12/13	2022/12/26	4.0	75.9	0.6	WNW	24.40
2022/12/26	2023/1/10	3.2	71.6	0.6	NE	0.40
2023/1/10	2023/1/24	4.4	73.3	0.5	NE	13.20
2023/1/27	2023/2/7	2.2	68.4	0.6	NE	2.80
2023/2/14	2023/2/21	3.5	66.5	0.8	NE	0.00

表 2.2-2 気象データ (2/3)

採取開始日	採取終了日	温度 (°C)	湿度 (%)	風速 (m s ⁻¹)	最頻 風向	降水量 (mm)
大熊町						
2022/4/12	2022/4/26	13.3	77.7	0.70	SSE	75.60
2022/4/26	2022/5/10	14.5	69.9	0.81	SSE	93.20
2022/5/10	2022/5/24	16.9	78.1	0.40	SSE	74.20
2022/5/24	2022/6/8	17.3	82.2	0.61	W	257.60
2022/6/8	2022/6/21	19.1	85.7	0.48	SE	44.40
2022/6/21	2022/7/5	26.2	79.0	0.45	W	13.00
2022/7/5	2022/7/19	23.4	93.5	0.36	NNE	123.60
2022/7/19	2022/8/2	26.1	88.0	0.28	ENE	48.60
2022/8/2	2022/8/17	26.3	85.6	0.48	SW	75.80
2022/8/17	2022/8/31	23.5	88.1	0.31	ENE	61.80
2022/8/31	2022/9/12	23.4	91.3	0.36	NNE	23.40
2022/9/12	2022/9/27	21.7	89.0	0.57	SSW	152.40
2022/10/4	2022/10/18	16.6	87.1	0.35	NW	112.40
2022/10/18	2022/11/1	13.1	76.4	0.50	WNW	7.80
2022/11/1	2022/11/15	13.3	74.8	0.56	WNW	1.60
2022/11/15	2022/11/28	11.0	77.7	0.61	WNW	107.40
2022/11/28	2022/12/13	7.7	77.2	0.89	WNW	19.00
2022/12/13	2022/12/26	4.2	72.6	1.02	WNW	19.80
2022/12/26	2023/1/10	3.6	68.6	0.76	WNW	0.60
2023/1/10	2023/1/24	4.8	70.4	0.72	WNW	13.60
2023/1/24	2023/2/7	1.6	65.7	0.86	WNW	1.80
2023/2/7	2023/2/21	3.7	71.6	0.87	WNW	52.60

表 2.2-3 気象データ (3/3)

採取開始日	採取終了日	温度 (°C)	湿度 (%)	風速 (m s ⁻¹)	最頻 風向	降水量 (mm)
富岡町						
2022/4/12	2022/4/26	13.2	79.0	1.7	SE	71.80
2022/4/26	2022/5/10	14.1	71.8	1.8	S	83.00 ¹
2022/5/10	2022/5/24	16.4	80.2	1.1	SE	57.20
2022/5/24	2022/6/8	17.0	83.5	1.3	NW	254.60
2022/6/8	2022/6/21	19.0	85.7	0.9	SE	34.20
2022/6/21	2022/7/5	25.7	80.9	1.0	SE	12.60
2022/7/5	2022/7/19	22.2	98.0	0.8 ²	SE	102.50 ¹
2022/7/19	2022/8/2	25.7	86.6	0.8	SE	50.50 ¹
2022/8/2	2022/8/18	25.6	83.3	1.3	SSW	54.00 ¹
2022/8/18	2022/8/31	23.4	87.9	0.8	ENE	53.80
2022/8/31	2022/9/12	23.3	91.7	1.0	N	16.60
2022/9/12	2022/9/24	22.0	90.7	1.2	S	171.20
2022/10/4	2022/10/18	16.5	87.1	0.9	NW	138.40
2022/10/18	2022/11/1	13.3	75.5	0.9	WNW	8.40
2022/11/1	2022/11/15	13.2	74.1	0.7	W	0.00
2022/11/15	2022/11/28	11.1	72.3	1.3	NW	85.40
2022/11/28	2022/12/13	7.8	72.2	1.5	W	20.60
2022/12/13	2022/12/26	4.4	68.5	1.9 ²	W	16.20
2022/12/26	2023/1/10	3.9	64.8	1.8 ²	WNW	0.00
2023/1/10	2023/1/24	5.1	67.3	1.3 ²	NW	12.60
2023/1/24	2023/2/7	2.0	62.2	1.8 ²	W	0.40
2023/2/7	2023/2/27	4.0	67.1	1.3 ²	NW	43.20

¹ 2022年4月26日~5月10日及び2022年7月5日~8月18日の期間において、気象観測装置の雨量計の不調・機器確認によりデータが測定できなかったため、気象庁ホームページ (<https://www.jma.go.jp/jma/index.html>) の富岡気象台の該当期間における降水量データを使用した。

² 2022年7月5日~7月19日及び2022年12月13日~2月27日の期間において、気象観測装置の風速計の不調・機器確認によりデータが測定できなかったため、気象庁ホームページ (<https://www.jma.go.jp/jma/index.html>) の檜葉気象台の該当期間における風速データを使用した。

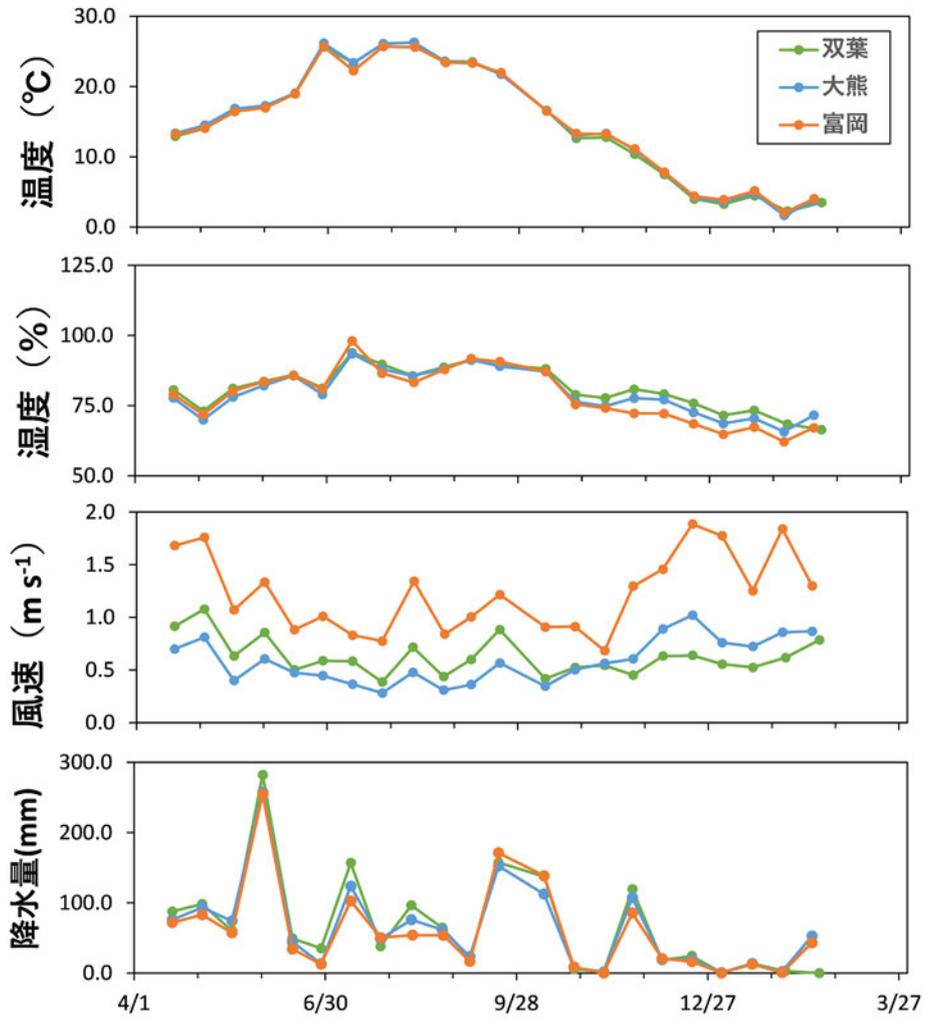


図 2.2-1 調査地点毎の気象データ

2.2.2 放射能の測定結果

大気浮遊塵中の放射能濃度の測定結果として、市町村ごとの大気浮遊塵濃度、大気放射能濃度、浮遊塵放射能濃度及び測定期間の大気吸引流量について整理した。放射能濃度は、吸引流量で除した大気放射能濃度 (Bq m⁻³) と浮遊塵の質量で除した浮遊塵放射能濃度 (Bq kg⁻¹) で示す。整理した結果については参考資料として 7.1 節に示す。

2.2.3 大気浮遊塵濃度の調査結果

大気浮遊塵濃度は、双葉町で $4.0 \times 10^{-3} \sim 2.6 \times 10^{-2}$ mg m⁻³、大熊町で $4.9 \times 10^{-3} \sim 2.1 \times 10^{-2}$ mg m⁻³、富岡町で $4.1 \times 10^{-3} \sim 2.2 \times 10^{-2}$ mg m⁻³ であり、算術平均値では、いずれの調査地点も同程度の濃度を示した (表 2.2-4 及び図 2.2-2)。また、いずれの町も舗装面と未舗装面とで大気浮遊塵濃度については有意な濃度差は認められなかった。

大気浮遊塵濃度の経時変化を図 2.2-3 に示す。大気浮遊塵濃度は、いずれの地点においても 11 月後半から 1 月前半までが低くなる傾向を示し、それ以外の月は $1.0 \times 10^{-2} \sim 3.0 \times 10^{-2}$ mg m⁻³ 程度の範囲で推移した。

表 2.2-4 令和 4 年 4 月から令和 5 年 2 月における大気浮遊塵濃度の平均値

		大気浮遊塵濃度 (mg m ⁻³)				
		データ数	算術平均	標準偏差	幾何平均	幾何標準偏差
F-5	碎石交じり土	22	1.5E-02	5.8E-03	1.4E-02	1.532
F-6	アスファルト	22	1.6E-02	5.9E-03	1.5E-02	1.479
O-1	土	22	1.3E-02	4.0E-03	1.2E-02	1.453
O-2	アスファルト	22	1.3E-02	4.0E-03	1.2E-02	1.439
T-1	草地	22	1.3E-02	3.4E-03	1.3E-02	1.297
T-2	アスファルト	22	1.3E-02	4.1E-03	1.2E-02	1.493
	全地点	132	1.4E-02	4.8E-03	1.3E-02	1.490

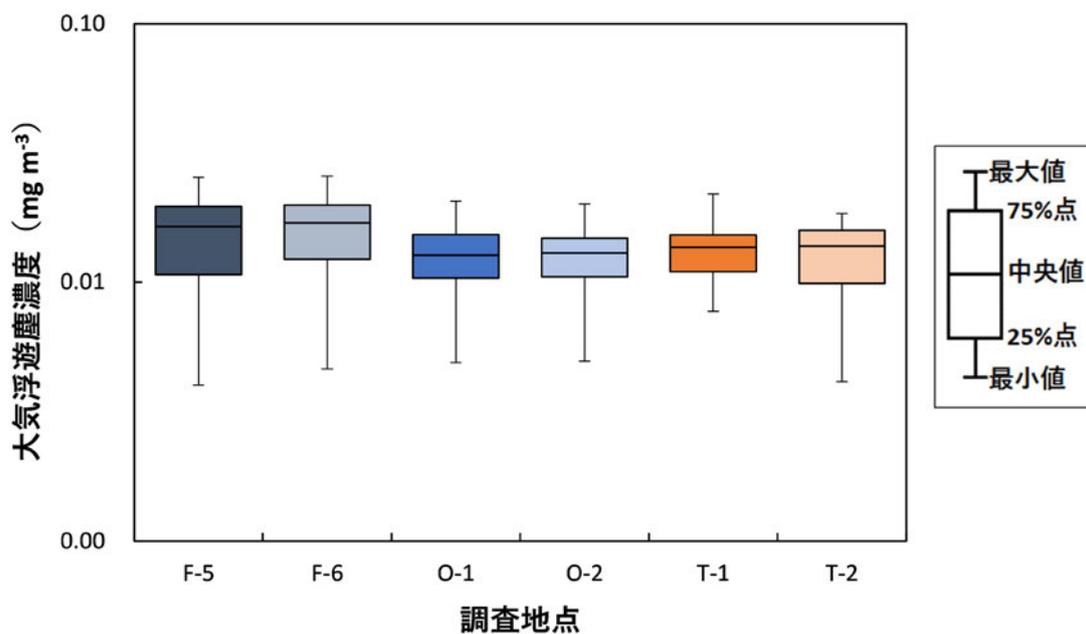


図 2.2-2 調査地点ごとの大気浮遊塵濃度

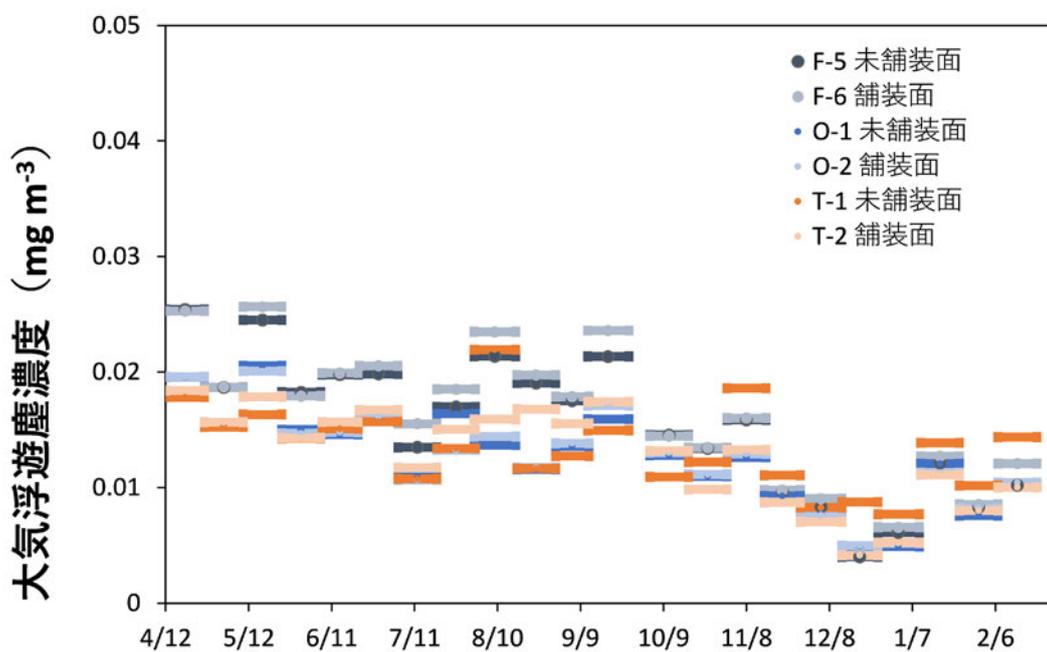


図 2.2-3 大気浮遊塵濃度の経時変化

2.2.4 浮遊塵放射能濃度の調査結果

浮遊塵放射能濃度は、双葉町で $2.6 \times 10^6 \sim 2.3 \times 10^7$ mBq kg⁻¹、大熊町で $3.6 \times 10^6 \sim 2.2 \times 10^7$ mBq kg⁻¹、富岡町で $1.6 \times 10^6 \sim 3.7 \times 10^7$ mBq kg⁻¹ であり、算術平均値では、富岡町(T-2)が他の調査地点よりも比較的低い濃度を示した。舗装状況の違いによる浮遊塵放射能濃度の違いは、測定地点が離れている富岡町を除き、有意な差は認められなかった(表 2.2-5 及び図 2.2-4)。

浮遊塵放射能濃度の経時変化を図 2.2-5 に示す。双葉町は 9 月に年間で最大の浮遊塵放射能濃度が確認され、以降は 10^6 mBq kg⁻¹ オーダーの放射能濃度の範囲で推移した。大熊町は O-1 と O-2 において、それぞれ 7 月と 12 月に一時的な浮遊塵放射能濃度の上昇が確認されたものの、年間を通じて顕著な変動は見られなかった。富岡町は T-1 地点において 10 月から 11 月かけて浮遊塵放射能濃度の上昇が確認された。これは 10 月から測定地点である夜の森つつみ公園内で始まった除染作業の影響が要因として考えられる。また、T-2 地点は年間を通じて 10^6 mBq kg⁻¹ オーダーの浮遊塵放射能濃度で推移した。

表 2.2-5 令和 4 年 4 月から令和 5 年 2 月における浮遊塵放射能濃度の平均値

		浮遊塵放射能濃度 (mBq kg ⁻¹)				
		データ数	算術平均	標準偏差	幾何平均	幾何標準偏差
F-5	碎石交じり土	22	8.2E+06	4.7E+06	7.5E+06	1.663
F-6	アスファルト	22	8.3E+06	4.5E+06	7.8E+06	1.546
O-1	土	22	8.1E+06	3.8E+06	7.4E+06	1.491
O-2	アスファルト	22	8.8E+06	4.0E+06	8.0E+06	1.534
T-1	草地	22	9.8E+06	8.3E+06	7.5E+06	2.013
T-2	アスファルト	22	4.5E+06	1.8E+06	4.1E+06	1.569
	全地点	132	8.0E+06	5.2E+06	6.7E+06	1.753

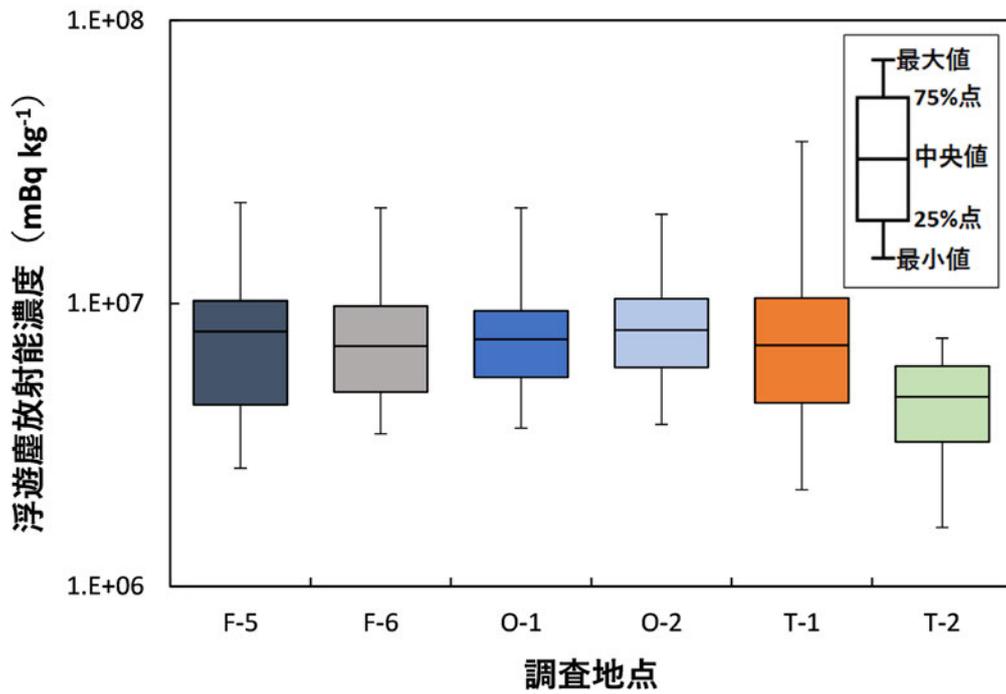


図 2.2-4 調査地点ごとの浮遊塵放射能濃度

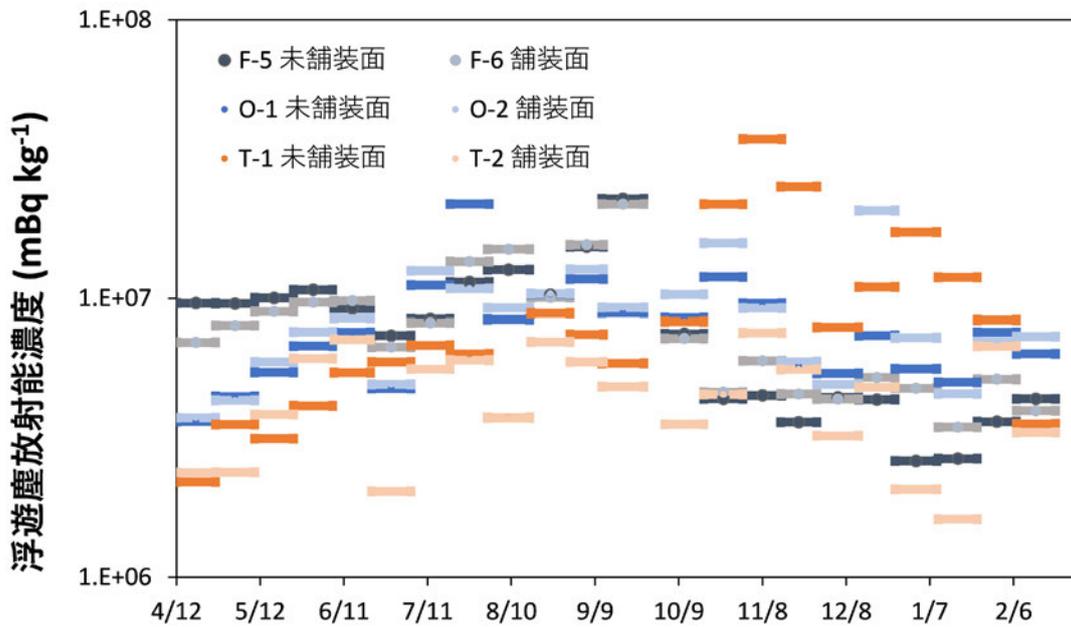


図 2.2-5 浮遊塵放射能濃度の経時変化

2.2.5 大気放射能濃度の調査結果

大気放射能濃度は、双葉町で $1.6 \times 10^{-2} \sim 5.1 \times 10^{-1}$ mBq m⁻³、大熊町で $2.7 \times 10^{-2} \sim 3.6 \times 10^{-1}$ mBq m⁻³、富岡町で $1.1 \times 10^{-2} \sim 6.9 \times 10^{-1}$ mBq m⁻³ であり、算術平均値では、富岡町の T-2 地点において、他の調査地点より低い結果を示した。舗装状況の違いによる大気放射能濃度の違いは、測定地点が離れている富岡町を除き、有意な差は認められなかった（表 2.2-6 及び図 2.2-6）。

大気放射能濃度の経時変化を図 2.2-7 に示す。双葉町は 10 月以降に大気放射能濃度が低下する傾向が見られ、以降は 10^{-2} mBq m⁻³ オーダーの大気放射能濃度で推移した。大熊町は O-1 地点と O-2 地点において、それぞれ 7 月と 12 月に一時的に大気放射能濃度の上昇が確認され、11 月~12 月に大気放射能濃度が低下する傾向が見られた。富岡町は T-1 地点において 10 月~11 月にかけて顕著な大気放射能濃度の上昇が確認された。また、T-2 地点は 12 月~1 月に大気放射能濃度が低下する傾向が見られた。

表 2.2-6 令和 4 年 4 月から令和 5 年 2 月における大気放射能濃度の統計値

		大気放射能濃度 (mBq m ⁻³)				
		データ数	算術平均	標準偏差	幾何平均	幾何標準偏差
F-5	碎石交じり土	22	1.4E-01	1.1E-01	1.0E-01	2.279
F-6	アスファルト	22	1.5E-01	1.2E-01	1.2E-01	2.053
O-1	土	22	1.0E-01	6.6E-02	8.8E-02	1.739
O-2	アスファルト	22	1.0E-01	4.2E-02	9.4E-02	1.595
T-1	草地	22	1.3E-01	1.4E-01	9.8E-02	1.893
T-2	アスファルト	22	5.9E-02	3.1E-02	4.9E-02	1.874
	全地点	132	1.1E-01	9.9E-02	8.7E-02	2.116

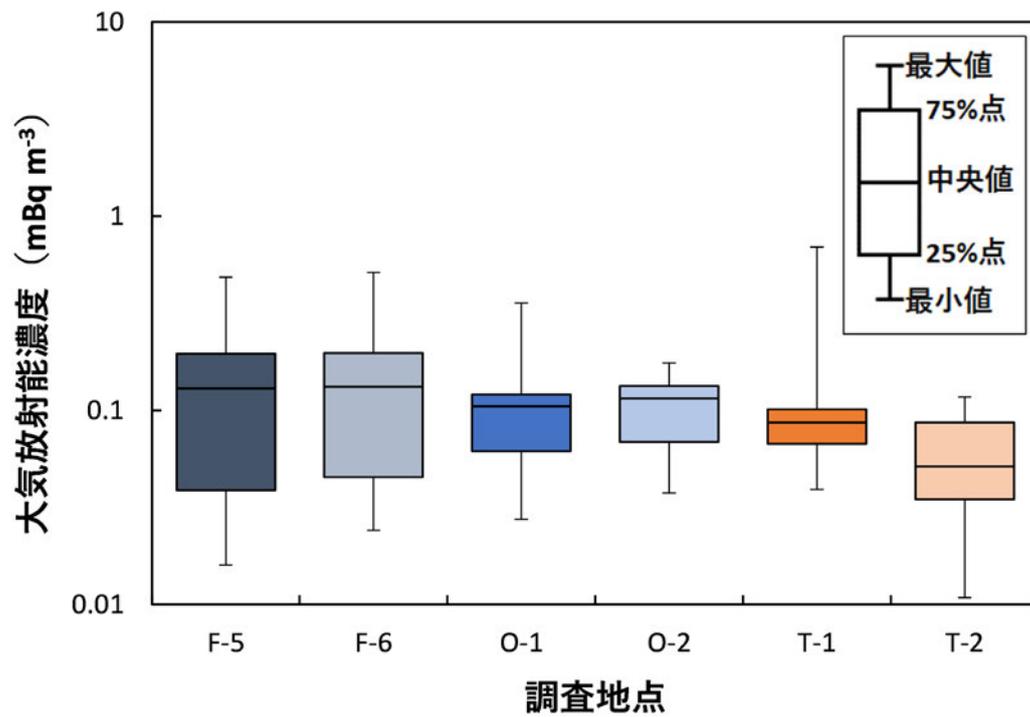


図 2.2-6 調査地点ごとの大気放射能濃度

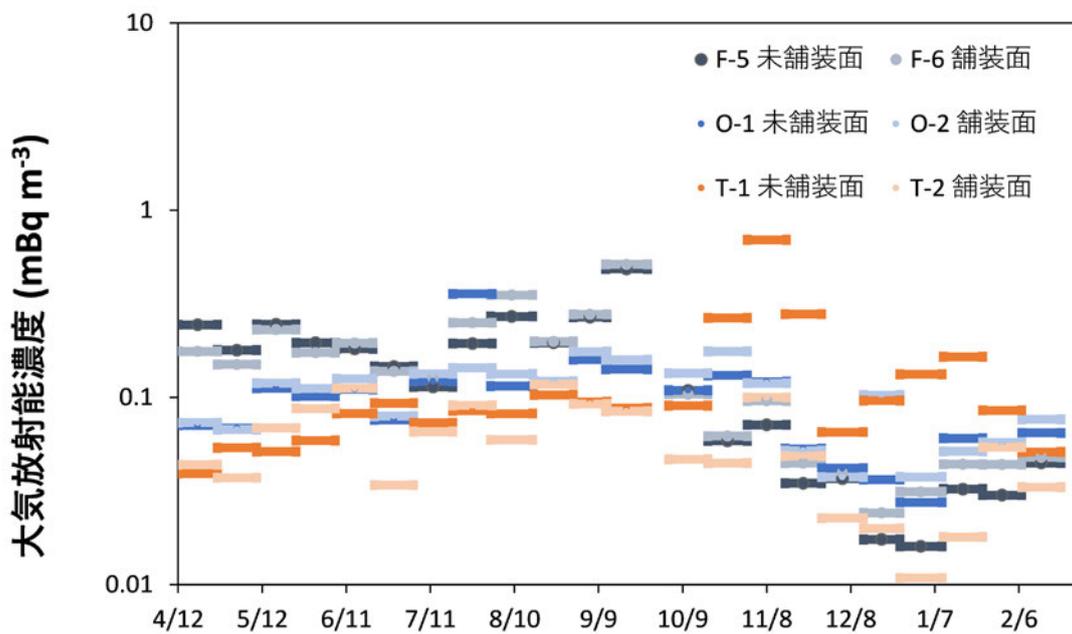


図 2.2-7 大気放射能濃度の経時変化

2.2.6 年度別の調査結果の比較

大気浮遊塵濃度、浮遊塵放射能濃度及び大気放射能濃度について、年度別に各調査地点の測定結果の比較を行った。令和1年度調査における令和1年5月期データは日中のみサンプリングを実施した測定データのため、今年度の24時間連続サンプリングの結果と条件が異なる。比較に用いるデータは今年度と同じ採取条件である24時間連続サンプリングを実施した令和1年6月～令和2年2月までの期間のデータを使用した。

大気浮遊塵濃度、浮遊塵放射能濃度、大気放射能濃度について、令和3年度と令和4年度を比較した結果を図2.2-8～図2.2-10に示す。

大気浮遊塵濃度の中央値について、全ての地点について令和3年度から令和4年度にかけて濃度の上昇が見られた(図2.2-8)。

浮遊塵放射能濃度の中央値について、双葉町では令和3年度から令和4年度かけて濃度の減少が見られた。大熊町はR1年度からR4年度にかけて明確に濃度の低下傾向が見られた。富岡町もR1年度からR3年度まで減少傾向だったが、R4年度に濃度が上昇し、特にT-1の濃度上昇は顕著であった(図2.2-9)。T-1に関して、夜ノ森公園内の除染作業の実施が浮遊塵放射能濃度の上昇が要因の一つであると考えられる。

大気放射能濃度の中央値について、双葉町のF-5及びF-6では、大気放射能濃度が令和3年度よりそれぞれ26%及び10%上昇した。大熊町では令和1年度から令和2年度にかけて減少傾向は見られなかったが、令和2年度から令和4年度にかけて減少傾向が見られた。大熊町のO-1及びO-2では、大気放射能濃度が令和1年度よりそれぞれ40%及び41%減少した。富岡町の令和1年度から各年毎に低下傾向だったが、令和4年ではT-1で濃度が上昇し、T-2は前年度とほぼ同程度であった。富岡町のT-1及びT-2では令和1年度よりそれぞれ56%及び74%減少した(図2.2-10)。

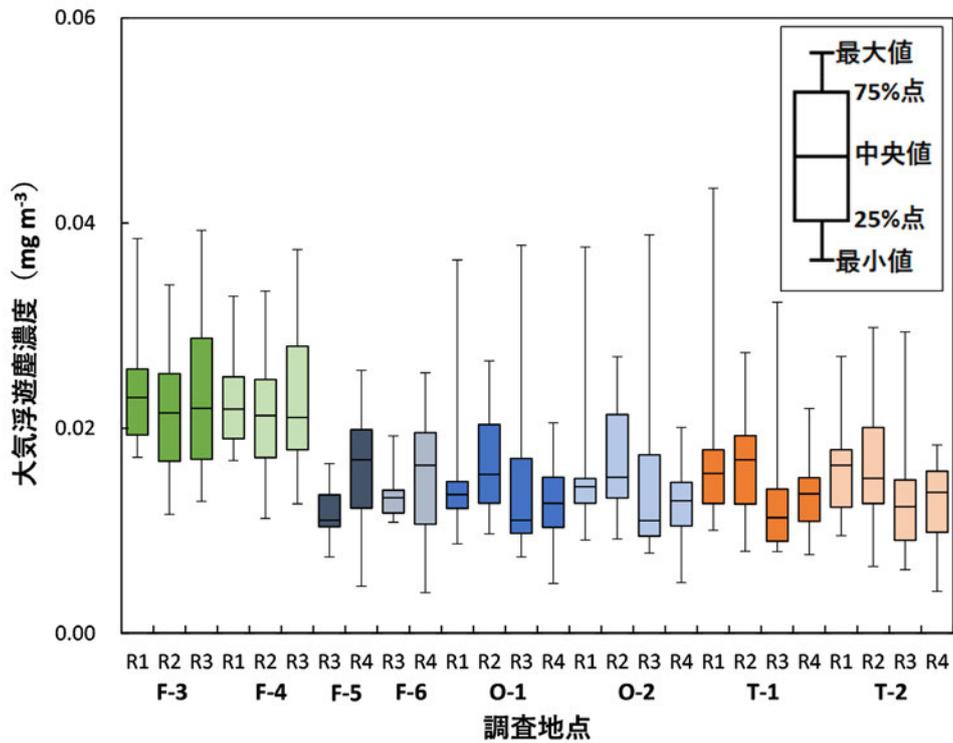


図 2.2-8 大気浮遊塵濃度の調査結果比較

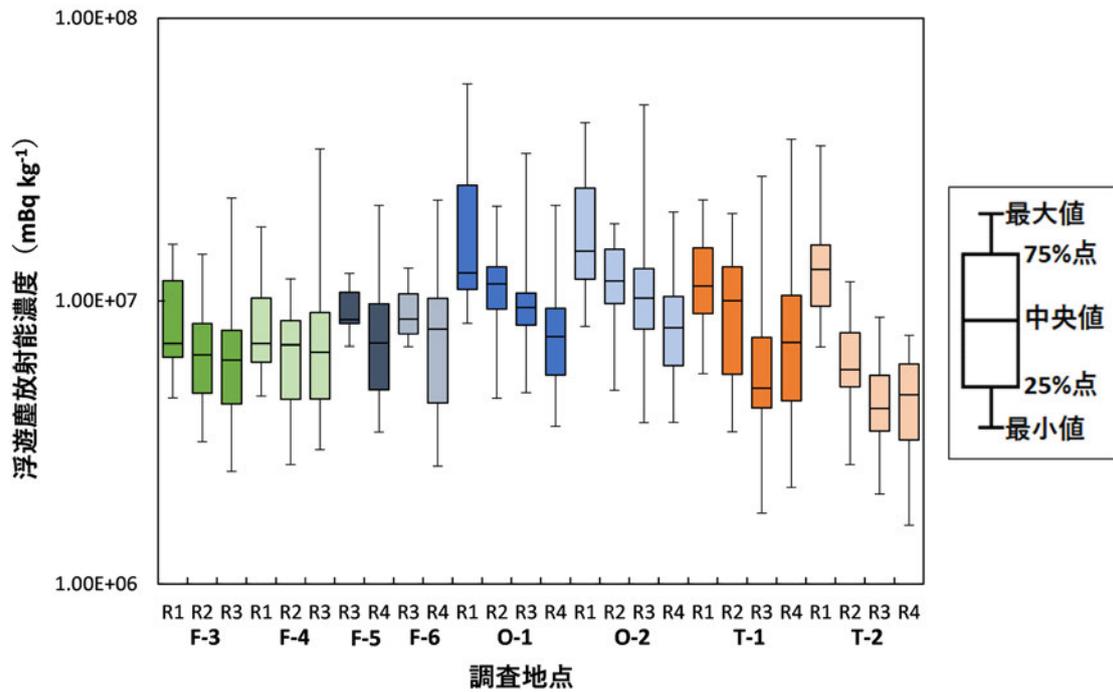


図 2.2-9 浮遊塵放射能濃度の調査結果比較

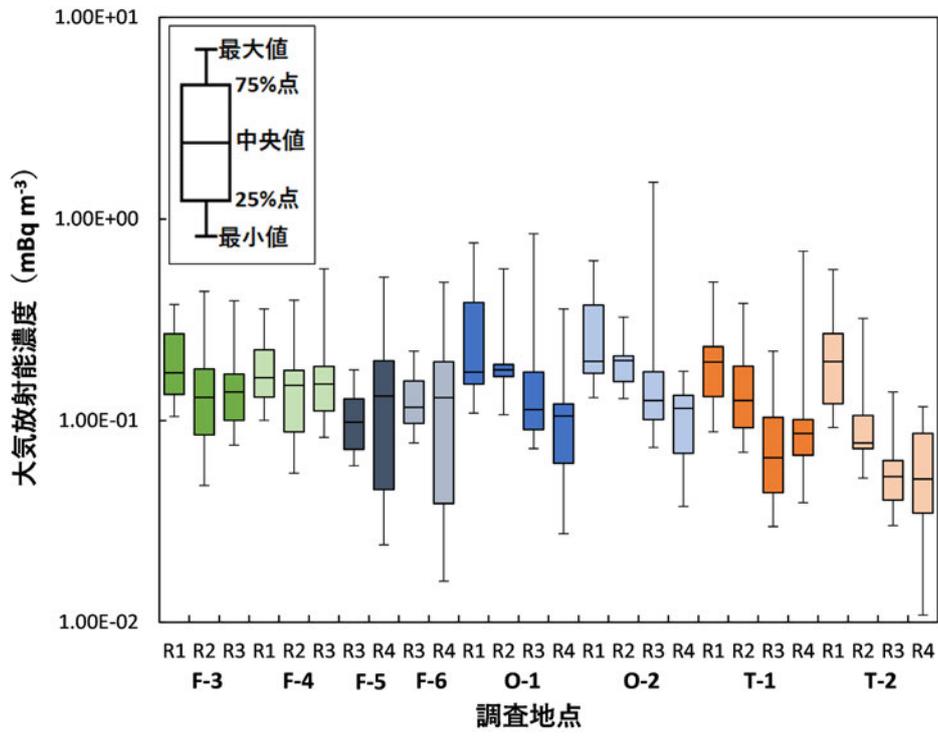


図 2.2-10 大気放射能濃度の調査結果比較

2.2.7 再浮遊係数の評価

2.2.7.1 放射性セシウムの¹³⁷Cs地表面濃度

再浮遊係数の算出に当たり、土壤中の¹³⁷Csの鉛直分布を求めた。コアサンプラーにより深度ごとに採取した土壤中の¹³⁷Cs濃度の分析結果を表 2.2-7～表 2.2-8 及び図 2.2-11 示す。

双葉は表層から 5 cm 程度までの¹³⁷Cs濃度が低く、緩衝深度 5 cm 以深は数 1×10^2 Bq kg⁻¹ 前後の¹³⁷Cs濃度の鉛直分布であった。大熊は緩衝深度 7 cm 程度に¹³⁷Cs濃度のピークを持つ深度分布であり、令和 3 年度の深度分布とおおむね同様の傾向を示した。富岡町については、令和 3 年度より¹³⁷Cs濃度が 1 桁程度低かったものの、深度分布は同様の傾向を示した。この¹³⁷Cs濃度の違いは、過去の土壤攪乱や除染作業による表層土壤の入れ替えによるものと考えられる。

それぞれの地点における¹³⁷Cs地表面濃度を表 2.2-9 に示す。双葉町の F-5 及び F-6 について、昨年度の¹³⁷Cs地表面濃度と比較して、それぞれ 0.83 倍及び 1.11 倍であった。大熊町の O-1 及び O-2 について、昨年度の¹³⁷Cs地表面濃度と比較して 0.57 倍及び 0.99 倍であった。富岡町の T-1 及び T-2 について、昨年度の¹³⁷Cs地表面濃度と比較して 1.16 倍及び 0.91 倍であった。いずれの地点においても、舗装面は昨年度とほぼ同程度の¹³⁷Cs地表面濃度であることが確認された。一方で、未舗装面は双葉 (F-5) と大熊 (O-1) が昨年度の¹³⁷Cs地表面濃度に対して低い濃度であり、特に大熊町では昨年度のおおよそ半分程度の¹³⁷Cs地表面濃度になっていた。O-1 地点は、期間中に除草作業による表土攪乱や過去の除染作業があったことが分かっている。特に除染による土壤攪乱があった場所では、採取地点がわずかに動いただけでも土壤中の¹³⁷Csの深度分布が異なるため緩衝深度の不確実性が高くなり、その結果¹³⁷Cs地表面濃度の低下に寄与したものと考えられる。

表 2.2-7 土壌深度ごとの放射能濃度 (1/2)

採取地点	緩衝深度 (g cm ⁻²)	土壌 ¹³⁷ Cs 濃度 (mBq kg ⁻¹)	検出限界値 (mBq kg ⁻¹)
双葉町 (F-6)			
F-6	0.743	4.4E+04±4.5E+03	
F-6	2.156	1.6E+04±3.3E+03	
F-6	3.671	1.3E+04±2.8E+03	
F-6	5.176	N.D.	7.7E+03
F-6	6.465	N.D.	8.8E+03
F-6	8.480	N.D.	4.9E+03
F-6	11.208	1.1E+05±5.2E+03	
F-6	13.544	5.8E+05±1.2E+04	
F-6	15.793	5.8E+03±1.7E+03	
F-6	17.968	N.D.	6.5E+03
双葉町 (F-5)			
F-5	0.776	9.6E+04±6.6E+03	
F-5	2.222	2.7E+04±4.5E+03	
F-5	3.524	3.8E+04±5.4E+03	
F-5	4.951	1.8E+05±9.2E+03	
F-5	6.396	1.7E+05±8.9E+03	
F-5	8.160	1.5E+05±6.9E+03	
F-5	10.293	2.4E+05±8.6E+03	
F-5	12.509	1.5E+05±6.9E+03	
F-5	14.919	1.5E+05±6.7E+03	
F-5	17.492	2.0E+05±7.5E+03	

表 2.2-8 土壌深度ごとの放射能濃度 (2/2)

採取地点	緩衝深度 (g cm ⁻²)	土壌 ¹³⁷ Cs 濃度 (mBq kg ⁻¹)	検出限界値 (mBq kg ⁻¹)
大熊町			
O-1	0.836	1.5E+05 ± 7.3E+03	
O-1	2.249	5.5E+04 ± 5.8E+03	
O-1	3.367	3.2E+04 ± 5.0E+03	
O-1	4.664	1.3E+06 ± 2.0E+04	
O-1	6.092	8.8E+06 ± 5.5E+04	
O-1	8.007	3.4E+06 ± 2.8E+04	
O-1	10.909	2.3E+05 ± 7.4E+03	
O-1	13.824	1.1E+05 ± 5.7E+03	
O-1	16.794	2.5E+04 ± 3.1E+03	
O-1	19.857	3.3E+04 ± 3.0E+03	
富岡町			
T-1	0.457	7.7E+05 ± 2.0E+04	
T-1	1.554	9.6E+05 ± 1.9E+04	
T-1	2.777	1.5E+06 ± 2.4E+04	
T-1	3.969	3.6E+06 ± 3.5E+04	
T-1	5.360	3.1E+06 ± 3.0E+04	
T-1	7.517	1.9E+06 ± 1.9E+04	
T-1	10.172	8.3E+05 ± 1.3E+04	
T-1	12.866	2.2E+05 ± 7.0E+03	
T-1	15.429	1.8E+05 ± 7.2E+03	
T-1	17.643	2.2E+05 ± 8.6E+03	

表 2.2-9 ^{137}Cs 地表面濃度とスペクトル解析に用いた緩衝深度 (β)

		β (g cm^{-2})	R1 年度 ^{137}Cs 地表面濃度 (Bq m^{-2})	R2 年度 ^{137}Cs 地表面濃度 (Bq m^{-2})	R3 年度 ^{137}Cs 地表面濃度 (Bq m^{-2})	R4 年度 ^{137}Cs 地表面濃度 (Bq m^{-2})
F-3	草地	—	6.9E+04	3.4E+04	2.8E+04	—
F-4	アスファ ルト	0.1	3.9E+04	2.8E+04	3.1E+04	—
F-5	碎石交じ り土	—	—	—	4.1E+04	3.4E+04
F-6	アスファ ルト	0.1	—	—	2.5E+04	2.8E+04
O-1	土	—	4.5E+05	3.8E+05	2.9E+05	1.7E+05
O-2	アスファ ルト	0.1	4.9E+05	4.2E+05	4.1E+05	4.1E+05
T-1	草地	—	1.0E+05	3.0E+05	1.6E+05	1.8E+05
T-2	アスファ ルト	0.1	1.2E+05	3.8E+04	3.3E+04	3.0E+04

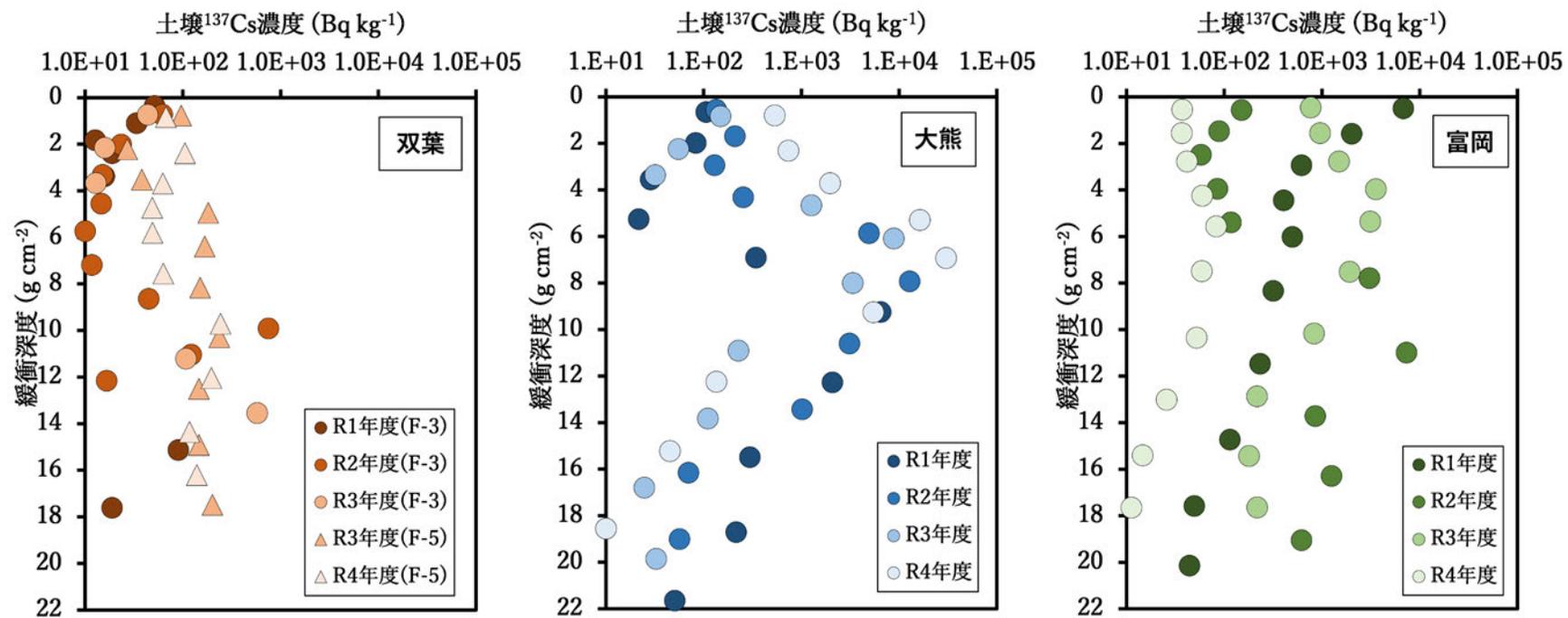


図 2.2-11 土壤中 ^{137}Cs の深度プロファイル

2.2.7.2 再浮遊係数の評価結果

表 2.2-9 に示す ^{137}Cs 地表面濃度と大気放射能濃度の測定結果から、それぞれの地点における再浮遊係数を算出した。再浮遊係数は、双葉町で $4.7 \times 10^{-10} \sim 1.8 \times 10^{-8} \text{ m}^{-1}$ 、大熊町で $9.2 \times 10^{-11} \sim 2.1 \times 10^{-9} \text{ m}^{-1}$ 、富岡町で $2.2 \times 10^{-10} \sim 3.9 \times 10^{-9} \text{ m}^{-1}$ であり、算術平均値では、大熊町と富岡町の T-1 において、他の調査地点よりも低い値を示した(表 2.2-10 及び図 2.2-12)。

再浮遊係数の経時変化を図 2.2-13 に示す。再浮遊係数は 3.1 項で前述したとおり、 ^{137}Cs 地表面濃度の令和 4 年 4 月 1 日時点における値を定数として、大気放射能濃度を除した値であるため、令和 4 年度の経時変化の傾向は大気放射能濃度に依存する。

表 2.2-10 令和 4 年 4 月から令和 5 年 2 月における再浮遊係数の統計値

		再浮遊係数 (m^{-1})				
		データ数	算術平均	標準偏差	幾何平均	幾何標準偏差
F-5	碎石交じり土	22	4.2E-09	3.3E-09	2.8E-09	2.277
F-6	アスファルト	22	5.4E-09	4.3E-09	4.3E-09	2.068
O-1	土	22	6.2E-10	4.0E-10	5.3E-10	1.739
O-2	アスファルト	22	2.6E-10	1.0E-10	2.3E-10	1.595
T-1	草地	22	7.1E-10	7.6E-10	5.4E-10	1.893
T-2	アスファルト	22	1.9E-09	1.0E-09	1.6E-09	1.874
	全地点	132	2.2E-09	3.0E-09	1.0E-09	3.425

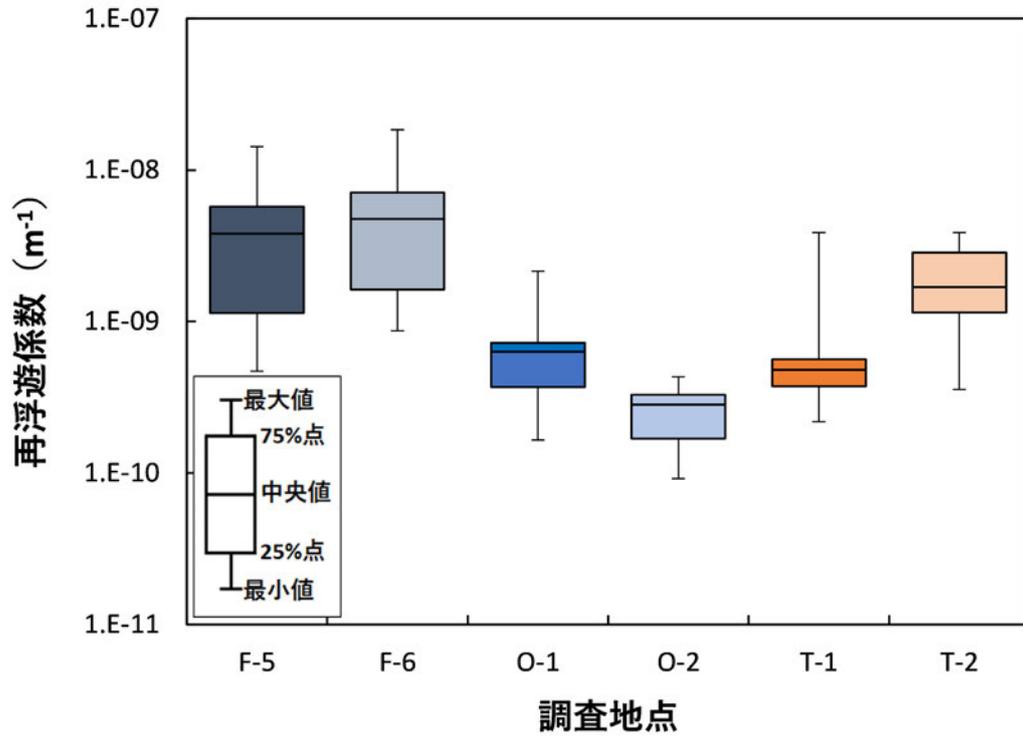


図 2.2-12 調査地点ごとの再浮遊係数

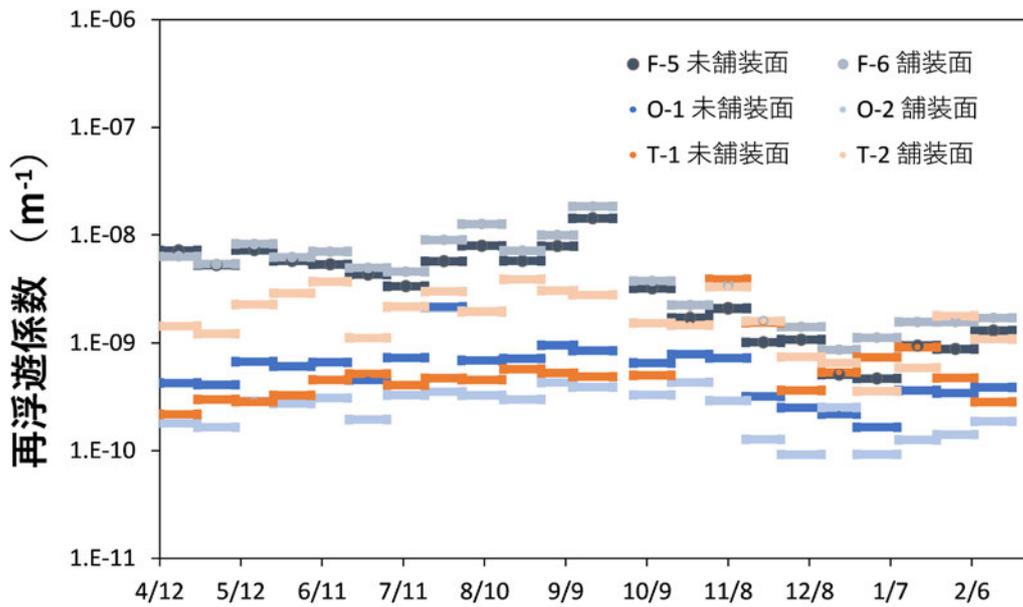


図 2.2-13 再浮遊係数の経時変化

2.2.7.3 年度別の評価結果の比較

4.6項で前述したとおり、サンプリング条件を揃えたデータで比較するため、令和1年度の吸入に伴う内部被ばく実効線量のデータは令和1年6月～令和2年2月期のデータを用いて比較を実施した。

再浮遊係数の中央値について、F-5とO-1を除いて、令和3年度から顕著な差は見られなかった(図2.2-14)。F-5とO-1は、令和3年度より再浮遊係数が増加傾向であった。両地点の再浮遊係数の増加は、地表面¹³⁷Cs濃度の減少に対して、大気放射能濃度が下がっていないためである。

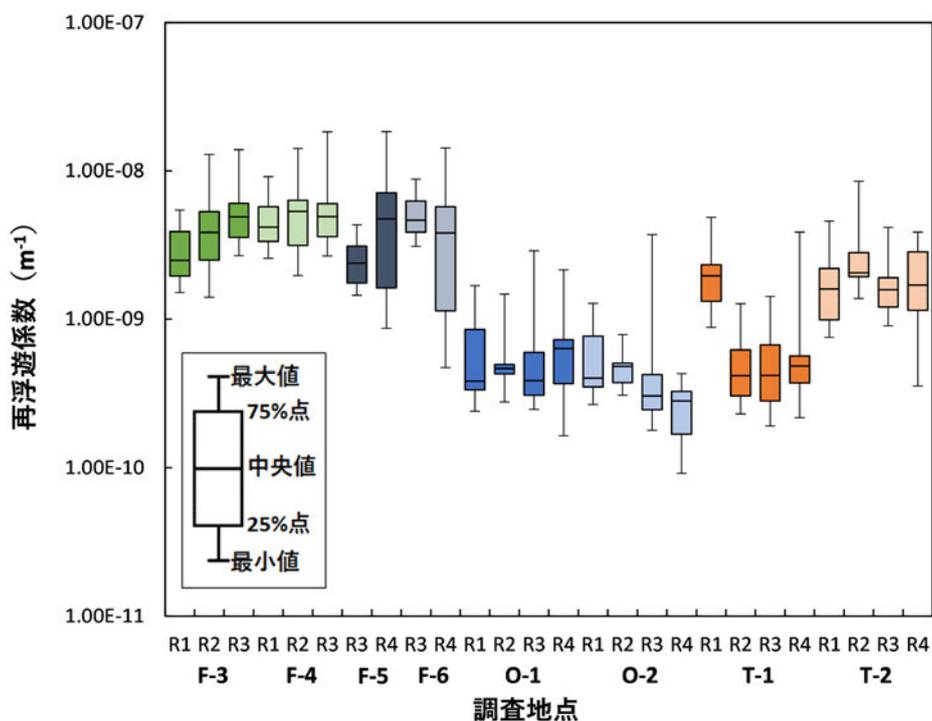


図 2.2-14 再浮遊係数の評価結果比較

2.2.8 実測値に基づく吸入に伴う内部被ばく評価結果

3.2 節で示した式(2)から吸入に伴う内部被ばく実効線量を算出した(表 2.2-11)。双葉町で $2.9 \times 10^{-5} \sim 9.3 \times 10^{-4} \mu\text{Sv day}^{-1}$ 、大熊町で $5.0 \times 10^{-5} \sim 6.5 \times 10^{-4} \mu\text{Sv day}^{-1}$ 、富岡町で $2.2 \times 10^{-5} \sim 1.3 \times 10^{-3} \mu\text{Sv day}^{-1}$ であり、算術平均値ではいずれの地点においても $10^{-3} \mu\text{Sv day}^{-1}$ オーダーの値であった。また、内部被ばく実効線量は、大気放射能濃度に(2)式に示す係数と屋外滞在時間を乗じた値であるため、令和4年度及び年度別の変動傾向は大気放射能濃度の変動傾向に依存する。

表 2.2-11 令和4年4月から令和5年2月における実測値の基づく吸入に伴う内部被ばく実効線量の統計値

		内部被ばく実効線量 ($\mu\text{Sv day}^{-1}$)				
		データ数	算術平均	標準偏差	幾何平均	幾何標準偏差
F-5	砕石交じり土	22	2.6E-04	2.1E-04	1.8E-04	2.279
F-6	アスファルト	22	2.7E-04	2.1E-04	2.1E-04	2.053
O-1	土	22	1.9E-04	1.2E-04	1.6E-04	1.739
O-2	アスファルト	22	1.9E-04	7.6E-05	1.7E-04	1.595
T-1	草地	22	2.3E-04	2.5E-04	1.8E-04	1.893
T-2	アスファルト	22	1.1E-04	5.6E-05	8.9E-05	1.874
	全地点	132	2.1E-04	1.8E-04	1.6E-04	2.116

2.2.9 確率論に基づく吸入に伴う内部被ばく評価結果

各自治体の特定復興再生拠点に滞在した場合に、特定再生拠点内の空間線量率分布を踏まえて、生じ得る被ばく線量の分布を評価した。3.4 項の表 2.1-10 からエリア内移動の統計値を用いて、特定復興再生拠点内を散策した場合について、吸入に伴う被ばくの線量分布を評価した結果を図 2.2-15 及び表 2.2-12 に示す。確率論的評価の結果、双葉町、大熊町及び富岡町における吸入に伴う内部被ばくによる 1 日当たりの実効線量の幾何平均値はそれぞれ $3.3 \times 10^{-5} \mu\text{Sv day}^{-1}$ 、 $6.9 \times 10^{-5} \mu\text{Sv day}^{-1}$ 及び $5.8 \times 10^{-5} \mu\text{Sv day}^{-1}$ 程度となった。

確率論に基づく吸入に伴う被ばく評価結果について、令和 1 年度から評価結果の比較を実施した。吸入に伴う内部被ばくによる 1 日当たりの実効線量について、令和 1 年度から評価結果と比較すると、いずれの地点も実効線量は減少傾向である（図 2.2-16）。また、昨年度からの令和 4 年度における実効線量の相対変化は、双葉町で-5.7%、大熊町で-24.0%、富岡町で-31.7%であり、双葉町が他の地点に比べ、比較的緩やかな減少率であった。

表 2.2-12 確率論の基づく吸入に伴う内部被ばく実効線量の統計値

経路	5%値 ($\mu\text{ Sv day}^{-1}$)	50%値 ($\mu\text{ Sv day}^{-1}$)	95%値 ($\mu\text{ Sv day}^{-1}$)	算術平均値 ($\mu\text{ Sv day}^{-1}$)	幾何平均値 ($\mu\text{ Sv day}^{-1}$)	標準偏差 ($\mu\text{ Sv day}^{-1}$)	幾何標準偏差 ($\mu\text{ Sv day}^{-1}$)
双葉町	3.1E-06	3.4E-05	3.6E-04	9.1E-05	3.3E-05	1.9E-04	4.2E+00
再浮遊吸入							
大熊町	7.0E-06	7.0E-05	6.8E-04	1.7E-04	6.9E-05	3.2E-04	4.0E+00
富岡町	6.0E-06	5.8E-05	5.5E-04	1.4E-04	5.8E-05	2.6E-04	3.9E+00

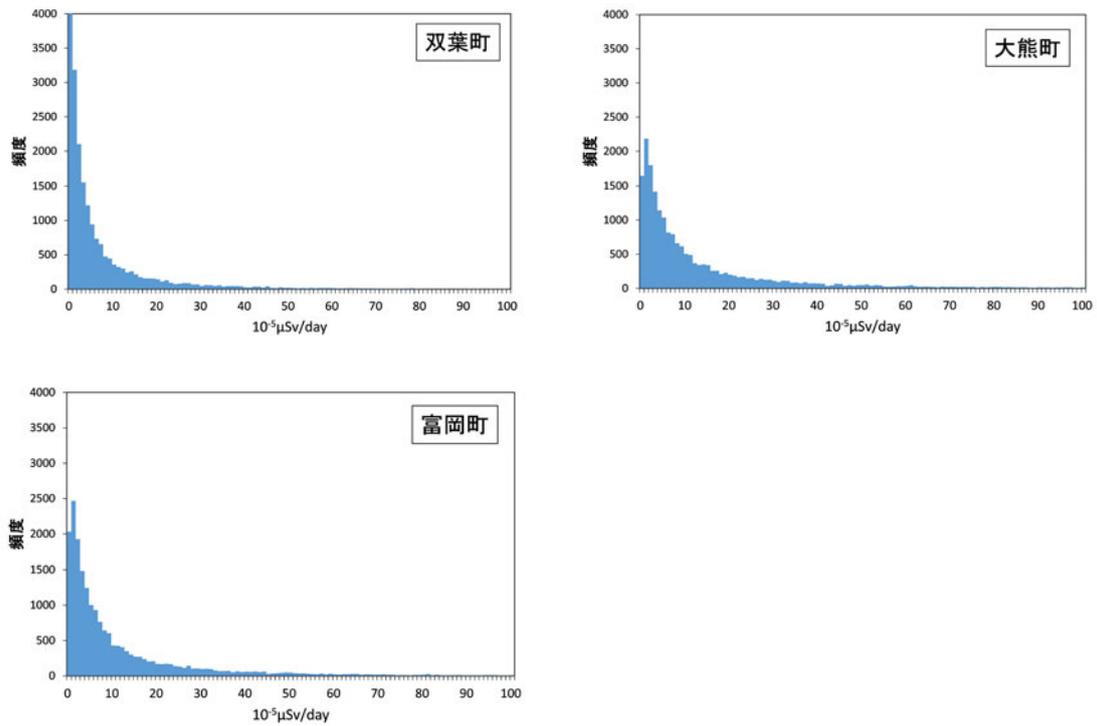


図 2.2-15 各自治体における特定復興再生拠点内に滞在した際の内部被ばく実効線量
(周辺散策を想定した場合)

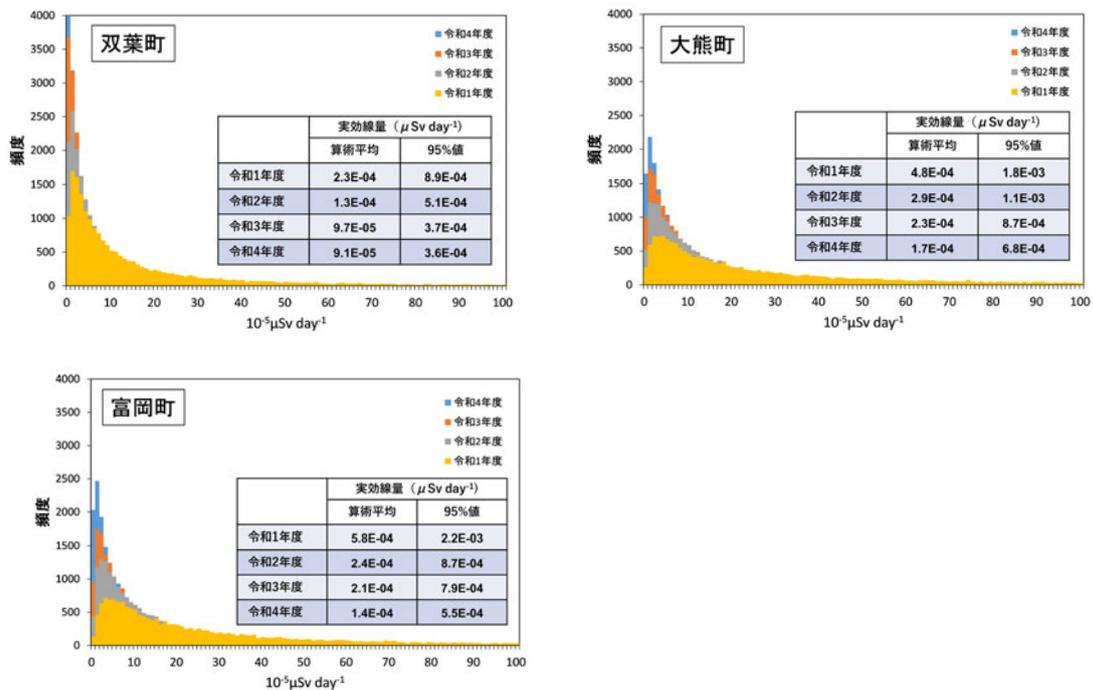


図 2.2-16 年度別の確率論に基づく吸入に伴う内部被ばく実効線量

3. 個人外部被ばく線量実測値の評価のための位置情報記録用端末及びソフトウェアの整備・運用

3.1 機材の整備・運用

仕様書の動作環境に合致するスマートフォン（jetfon S20i、30 台）、データ通信用 SIM（Docomo、30 枚）、被ばく線量シミュレーション用のサーバ（1 台）を準備した。各スマートフォンに SIM をセットし、移動記録取得用及び被ばく線量推定用のスマートフォンアプリケーションをインストールした。シミュレーションサーバには、最新の線量率マップ（令和 3 年度統合マップ）の登録、最新の道路データ（令和 3 年 11 月 7 日時点）及び建物データ（令和 3 年 11 月 7 日時点）の登録、サーバ証明書の配置や更新等のセキュリティ対策を行った。また、スマートフォンからシミュレーションサーバへ通信して生活行動線量シミュレータが動作することを確認した。スマートフォン、データ通信用 SIM、被ばく線量シミュレーション用のサーバは、それぞれ令和 4 年 6 月 10 日から使用開始できるよう準備し、納期まで運用した。スマートフォン及びシミュレーションサーバの仕様をそれぞれ表 3.1-1、表 3.1-2 に示す。

表 3.1-1 スマートフォン（jetfon S20i）の仕様

OS	Android 9
メモリ	4GB
解像度	2280×1080
ストレージ容量	64GB

表 3.1-2 シミュレーションサーバの仕様

OS	CentOS 7.9
メモリ	8GB
ストレージ容量	100GB

3.2 自治体への貸出

移動記録取得用及び被ばく線量推定用のアプリケーションをインストールしたスマートフォンの貸出実績を表 3.2-1 に示す。大熊町と浪江町に各 12 台、計 24 台を貸出した。大熊町では利用者からの使用感想をいただいた。「位置情報（GPS）の取得精度が良い」「被ばく線量の推定値が他の放射線測定器の値と近い」「移動の軌跡が視覚的に分かりやすく正確に記録してくれているという安心感がある」「結果が分かりやすい」「バッテリーの消費が少ない」「使いやすい」等、好意的な感想を多くいただいた。併せて、「記録終了時に確認ダイヤログが欲しい」「一部使い方が分からなかったのでチュートリアルが欲しい」「一部分かり

づらい用語がある」「iPhone 版も試したら良い」等、利用者目線での改善提案も寄せられた。

表 3.2-1 自治体への貸出実績

自治体	貸出台数	貸出期間
大熊町	12 台	2022/7/14～2023/2/3
浪江町	1 台	2022/6/10～2023/3/31
	1 台	2022/7/14～2023/3/31
	10 台	2022/8/31～2023/3/31

4. 個人外部被ばく線量の推計のための端末及びソフトウェアの整備・運用

4.1 機材の整備・運用

デジタルサイネージ (ELC-E430U、4 台)、データ通信用 Wifi ルータ (4 台)、被ばく線量シミュレーション用のサーバ (1 台) を準備した。利便性を高めるため、入力補助ポップアップの追加、ナビゲーションの追加、分かりやすい文言への変更、静的な説明画面の追加等、簡易被ばく評価システムの画面レイアウトを一部変更した。変更後の簡易被ばく評価システムの利用マニュアルを別紙 1 に示す。シミュレーションサーバには、最新の線量率マップ (令和 3 年度統合マップ) の登録、最新の鉄道データ (令和 2 年 12 月 31 日時点) の登録、Google Maps API キーの設定、サーバ証明書の配置や更新等のセキュリティ対策を行った。また、デジタルサイネージからシミュレーションサーバへ通信して簡易被ばく評価システムが動作することを確認した。デジタルサイネージ、データ通信用 Wifi ルータ、被ばく線量シミュレーション用のサーバは、6 月 10 日から使用開始できるよう準備し、納期まで運用した。デジタルサイネージ及びシミュレーションサーバの仕様をそれぞれ表 4.1-1、表 4.2-1 に示す。

表 4.1-1 デジタルサイネージ (ELC-E430U) の仕様

OS	Android 9
解像度	1920×1080
パネルサイズ	43 インチ
外形寸法	1545(高)×630(幅)×44(奥)mm
質量	42kg
タッチ方式	capacitive touch
ブラウザ	Google Chrome (バージョン 103)

表 4.1-2 シミュレーションサーバの仕様

OS	Ubuntu20.04LTS
メモリ	16GB
ストレージ容量	100GB

4.2 自治体への貸出

簡易被ばく評価システムが使用できるデジタルサイネージの貸出実績を表 4.2-1、設置状況を図 4.2-1 に示す。富岡町に 1 台、浪江町に 2 台、葛尾村に 1 台、計 4 台を貸出した。

Google Maps の API 使用量を基に推計すると、簡易被ばく評価システムでのページ表示は平均約 122 回/月・4 台（約 31 回/月・台）、シミュレーション実行は平均約 43 回/月・4 台（約 11 回/月・台）であった。

表 4.2-1 自治体への貸出実績

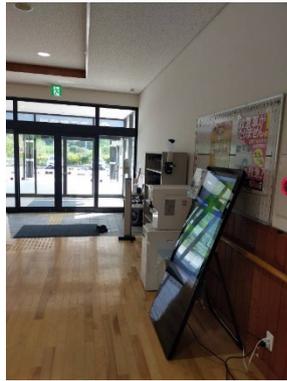
自治体	貸出台数	設置場所	貸出期間
富岡町	1 台	富岡町役場	2022/10/15～2023/3/31
浪江町	2 台	浪江町役場本庁舎、津島支所	2022/9/12～2023/3/31
葛尾村	1 台	葛尾村復興交流館あぜりあ	2022/11/7～2023/3/31



(a) 富岡町役場



(b) 浪江町役場本庁舎



(c) 浪江町役場津島支所



(d) 葛尾村復興交流館あぜりあ

図 4.2-1 デジタルサイネージの設置状況

5. 住民への説明に活用可能な個人被ばく線量データの解析・資料作成

内閣府支援チーム及び被災自治体の求めに応じ、被ばく評価を行い、推計結果をパワーポイントで資料にまとめて提供した。解析・資料作成実績を表 4.2-1 に示す。提供した資料は別紙 2～5 に示す。特定復興再生拠点区域の解除に向け、区域での生活を想定した年間外部被ばく線量の評価や、区域内で測定された個人線量計 D シャトルデータの解析について依頼があった。内閣府支援チームとの協議の上、計 64 パターン分の外部被ばく線量評価を行い、併せて計 443 日分の D シャトル測定データを解析した。

表 4.2-1 解析・資料作成実績

提供先	対応時期	解析・資料作成内容	別紙
大熊町	2022/4	特定復興再生拠点区域での 48 日分の D シャトル測定データ解析と、31 パターン分の外部被ばく線量評価	別紙 2
浪江町	2022/8	特定復興再生拠点区域での生活を想定した 9 人 (9 パターン) 分の年間外部被ばく線量評価	別紙 3
浪江町	2022/11	特定復興再生拠点区域での 395 日分の D シャトル測定データ解析と、線量の高かった 18 パターン分の外部被ばく線量評価	別紙 4
富岡町	2023/1	特定復興再生拠点区域での準備宿泊に係る 3 人 (6 パターン) 分の年間外部被ばく線量評価	別紙 5

6. まとめ

本事業では、双葉町、大熊町及び富岡町の特定復興再生拠点区域内で令和4年4月から令和5年3月にかけて大気浮遊塵を採取するとともにその放射能濃度の測定を実施し、内部被ばく線量の評価を行った。主な成果を以下にまとめる。

- 1) 測定期間中の大気浮遊塵濃度は平均 $1.4 \times 10^{-2} \pm 4.8 \times 10^{-3} \text{ mg m}^{-3}$ であった。町ごとの測定結果には有意な差は確認されず、また舗装状況の違いによる有意差も確認されなかった。
- 2) 測定期間中の ^{137}Cs の浮遊塵放射能濃度は平均 $8.0 \times 10^6 \pm 5.2 \times 10^6 \text{ mBq kg}^{-1}$ であった。町ごとの測定結果には有意な差が確認されたが、舗装状況の違いによる有意差は確認されなかった。
- 3) 測定期間中の ^{137}Cs の大気放射能濃度は平均 $1.1 \times 10^{-1} \pm 9.9 \times 10^{-2} \text{ mBq m}^{-3}$ であった。町ごとの測定結果には有意な差が確認されたが、舗装状況の違いによる有意差は確認されなかった。
- 4) 実測値に基づく内部被ばく線量の評価の結果、帰還困難区域内の屋外に24時間滞在すると仮定した場合の内部被ばく線量は平均 $2.1 \times 10^{-4} \pm 1.8 \times 10^{-4} \mu\text{Sv}$ と推定された。また、確率論に基づく同様の活動の内部被ばく線量の推定値は双葉町、大熊町及び富岡町でそれぞれ平均 $9.1 \times 10^{-5} \pm 3.6 \times 10^{-4}$ 、 $1.7 \times 10^{-4} \pm 6.8 \times 10^{-4}$ 及び $1.4 \times 10^{-4} \pm 5.5 \times 10^{-4} \mu\text{Sv day}^{-1}$ となり、実測値の評価と同程度もしくはそれよりも1オーダー低い推定結果となった。

さらに本事業では、外部被ばく線量の評価及び管理に係る手法として、移動記録取得用及び被ばく線量推定用のアプリケーションをインストールしたスマートフォン30台と、簡易被ばく評価システムが使用できるデジタルサイネージ4台の運用・自治体への貸出を行った。また、住民への説明に活用可能な個人外部被ばく線量データの解析・資料作成を行った。提供したシステム及び資料は、自治体と住民のリスクコミュニケーションに活用された。

特定復興再生拠点区域内は、令和4年に双葉町と大熊町の避難指示解除などの措置がなされたが、いまだ復旧工事が進行中である。富岡町についても今後の特定復興再生拠点区域解除に向けて除染作業が進められており、今後さらに空間線量率や地表面の ^{137}Cs の地表面濃度の低減が見込まれる。また、避難指示解除の措置に伴い住民の往来が増えることが予測され、大気中の ^{137}Cs 濃度及び空間線量率測定結果に基づく内部及び外部被ばく線量の推定

を行うことが重要であり、住民の帰還の促進に資するため、継続的に科学的根拠を蓄積していくことが重要である。

謝辞

本事業に関しまして、双葉町役場、大熊町役場及び富岡町役場の皆様には、現場の測定に関する調整等にご協力いただきました。ここに深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 原子力規制委員会, 帰還に向けた安全・安心対策に関する基本的考え方、
<http://www.env.go.jp/jishin/rmp/conf/10/ref04.pdf> (2013年11月20日参照).
- 2) 原子力災害対策本部復興推進会議, 帰還困難区域の取扱いに関する考え方、
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/kinkyu/pdf/2016/0831_01.pdf (2016年8月31日参照).
- 3) 内閣府原子力被災者生活支援チーム、特定復興再生拠点区域における放射線防護対策に関する協力依頼について、
<http://www.nsr.go.jp/data/000243080.pdf> (2018年8月22日参照).
- 4) 内閣府原子力被災者生活支援チーム他、特定復興再生拠点区域における放射線防護対策について(案)、
<https://www.nsr.go.jp/data/000255825.pdf> (2018年12月12日参照)
- 5) 福島マップ事業対応部門横断グループ、令和3年度東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の分布データの集約(受託研究), 2022.
- 6) 文部科学省, 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」(平成29年3月改定)
- 7) International Commission on Radiological Protection (ICRP) (1995): Age-dependent Doses to Members of the from Intake of Radionuclides: Part 4 Inhalation Dose
- 8) Saito and N. Petoussi-Henss (2014): Ambient dose equivalent conversion coefficients for radionuclides exponentially distributed in the ground, *Journal of Nuclear Science and Technology*, 51, 1274-1287.
- 9) 放射線医学総合研究所 (1998): ラドン濃度測定・線量評価最終報告書, 平成9年度.
- 10) 内閣府原子力被災者生活支援チーム、特定復興再生拠点区域における放射線防護対策に関する骨子案及び調査結果について、
<https://www.nsr.go.jp/data/000254389.pdf> (2018年11月28日参照) .
- 11) International Commission on Radiation Units & Measurements (ICRU), 1994. Gamma-ray spectrometry in the environment. ICRU Rep. 53.K.

7. 參考資料

7.1 放射能測定データ

表 7.1-1 放射能分析結果 (1/5)

試料 No.	流量 (m ³)	大気浮遊塵濃度 (mg m ⁻³)	大気放射能濃度 (mBq m ⁻³)	浮遊塵放射能濃度 (mBq kg ⁻¹)
双葉町				
F-5-1	20434	2.5E-02	2.4E-01 ± 3.7E-03	9.6E+06 ± 1.5E+05
F-6-1	20435	2.5E-02	1.8E-01 ± 3.2E-03	7.0E+06 ± 1.3E+05
F-5-2	19899	1.9E-02	1.8E-01 ± 3.3E-03	9.6E+06 ± 1.8E+05
F-6-2	19872	1.9E-02	1.5E-01 ± 3.1E-03	8.0E+06 ± 1.6E+05
F-5-3	20134	2.5E-02	2.5E-01 ± 3.7E-03	1.0E+07 ± 1.5E+05
F-6-3	20127	2.6E-02	2.3E-01 ± 3.6E-03	9.0E+06 ± 1.4E+05
F-5-4	21597	1.8E-02	2.0E-01 ± 3.3E-03	1.1E+07 ± 1.8E+05
F-6-4	21605	1.8E-02	1.7E-01 ± 3.1E-03	9.7E+06 ± 1.7E+05
F-5-5	18691	2.0E-02	1.8E-01 ± 3.4E-03	9.2E+06 ± 1.7E+05
F-6-5	18692	2.0E-02	2.0E-01 ± 3.5E-03	9.8E+06 ± 1.8E+05
F-5-6	20156	2.0E-02	1.5E-01 ± 3.0E-03	7.4E+06 ± 1.5E+05
F-6-6	20156	2.1E-02	1.4E-01 ± 2.9E-03	6.7E+06 ± 1.4E+05
F-5-7	20153	1.3E-02	1.1E-01 ± 2.7E-03	8.4E+06 ± 2.0E+05
F-6-7	20155	1.6E-02	1.3E-01 ± 2.8E-03	8.2E+06 ± 1.8E+05
F-5-8	20147	1.7E-02	1.9E-01 ± 3.4E-03	1.1E+07 ± 2.0E+05
F-6-8	20148	1.9E-02	2.5E-01 ± 3.8E-03	1.4E+07 ± 2.1E+05
F-5-9	21893	2.1E-02	2.7E-01 ± 3.7E-03	1.3E+07 ± 1.7E+05
F-6-9	21896	2.3E-02	3.5E-01 ± 4.2E-03	1.5E+07 ± 1.8E+05
F-5-10	20167	1.9E-02	2.0E-01 ± 3.4E-03	1.0E+07 ± 1.8E+05
F-6-10	20159	2.0E-02	2.0E-01 ± 3.4E-03	1.0E+07 ± 1.7E+05
F-5-11	16974	1.8E-02	2.7E-01 ± 4.3E-03	1.5E+07 ± 2.4E+05
F-6-11	16971	1.8E-02	2.8E-01 ± 4.4E-03	1.6E+07 ± 2.4E+05
F-5-12	21594	2.1E-02	4.9E-01 ± 4.9E-03	2.3E+07 ± 2.3E+05
F-6-12	21587	2.4E-02	5.1E-01 ± 5.1E-03	2.2E+07 ± 2.1E+05
F-5-13	20115	1.5E-02	1.1E-01 ± 2.7E-03	7.5E+06 ± 1.8E+05
F-6-13	20119	1.4E-02	1.0E-01 ± 2.6E-03	7.2E+06 ± 1.8E+05
F-5-14	20174	1.3E-02	5.9E-02 ± 2.1E-03	4.4E+06 ± 1.6E+05
F-6-14	20174	1.3E-02	6.2E-02 ± 2.2E-03	4.6E+06 ± 1.7E+05

表 7.1-2 放射能分析結果 (2/5)

試料 No.	流量 (m ³)	大気浮遊塵濃度 (mg m ⁻³)	大気放射能濃度 (mBq m ⁻³)	浮遊塵放射能濃度 (mBq kg ⁻¹)
F-5-15	20138	1.6E-02	7.1E-02±2.3E-03	4.5E+06±1.4E+05
F-6-15	20135	1.6E-02	9.6E-02±2.6E-03	6.0E+06±1.6E+05
F-5-16	18746	9.6E-03	3.5E-02±2.0E-03	3.6E+06±2.0E+05
F-6-16	18744	9.8E-03	4.5E-02±2.1E-03	4.6E+06±2.1E+05
F-5-17	21576	8.3E-03	3.7E-02±1.7E-03	4.4E+06±2.1E+05
F-6-17	21569	9.0E-03	3.9E-02±1.8E-03	4.4E+06±2.0E+05
F-5-18	18694	4.0E-03	1.7E-02±1.7E-03	4.3E+06±4.2E+05
F-6-18	18696	4.6E-03	2.4E-02±1.8E-03	5.2E+06±4.0E+05
F-5-19	21823	6.1E-03	1.6E-02±1.4E-03	2.6E+06±2.3E+05
F-6-19	21830	6.6E-03	3.1E-02±1.6E-03	4.8E+06±2.5E+05
F-5-20	19925	1.2E-02	3.2E-02±1.8E-03	2.7E+06±1.5E+05
F-6-20	19921	1.3E-02	4.4E-02±2.0E-03	3.5E+06±1.5E+05
F-5-21	15853	8.3E-03	3.0E-02±2.1E-03	3.6E+06±2.6E+05
F-6-21	20161	8.5E-03	4.4E-02±2.0E-03	5.1E+06±2.3E+05
F-5-22	20143	1.0E-02	7.1E-02±2.3E-03	4.5E+06±1.4E+05
F-6-22	20136	1.2E-02	9.6E-02±2.6E-03	6.0E+06±1.6E+05
大熊町				
O-1-1	20053	2.0E-02	7.1E-02±2.2E-03	3.6E+06±1.1E+05
O-2-1	20047	2.0E-02	7.3E-02±2.3E-03	3.7E+06±1.2E+05
O-1-2	20131	1.5E-02	6.8E-02±2.2E-03	4.5E+06±1.5E+05
O-2-2	20131	1.6E-02	6.7E-02±2.2E-03	4.3E+06±1.4E+05
O-1-3	20140	2.1E-02	1.1E-01±2.7E-03	5.4E+06±1.3E+05
O-2-3	20117	2.0E-02	1.2E-01±2.8E-03	5.9E+06±1.4E+05
O-1-4	21521	1.5E-02	1.0E-01±2.5E-03	6.8E+06±1.7E+05
O-2-4	21495	1.5E-02	1.1E-01±2.6E-03	7.6E+06±1.8E+05
O-1-5	18647	1.5E-02	1.1E-01±2.8E-03	7.6E+06±1.9E+05
O-2-5	18640	1.5E-02	1.3E-01±2.9E-03	8.5E+06±2.0E+05
O-1-6	20116	1.6E-02	7.6E-02±2.3E-03	4.8E+06±1.5E+05
O-2-6	20101	1.6E-02	7.9E-02±2.4E-03	4.9E+06±1.5E+05
O-1-7	20076	1.1E-02	1.2E-01±2.8E-03	1.1E+07±2.6E+05
O-2-7	20070	1.1E-02	1.3E-01±2.9E-03	1.3E+07±2.7E+05
O-1-8	19874	1.6E-02	3.6E-01±4.5E-03	2.2E+07±2.7E+05
O-2-8	19867	1.3E-02	1.4E-01±3.0E-03	1.1E+07±2.3E+05

表 7.1-3 放射能分析結果 (3/5)

試料 No.	流量 (m ³)	大気浮遊塵濃度 (mg m ⁻³)	大気放射能濃度 (mBq m ⁻³)	浮遊塵放射能濃度 (mBq kg ⁻¹)
O-1-9	21751	1.4E-02	1.1E-01±2.6E-03	8.4E+06±1.9E+05
O-2-9	21754	1.4E-02	1.3E-01±2.7E-03	9.2E+06±1.9E+05
O-1-10	20094	1.2E-02	1.2E-01±2.8E-03	1.0E+07±2.4E+05
O-2-10	20092	1.2E-02	1.2E-01±2.8E-03	1.0E+07±2.4E+05
O-1-11	17084	1.4E-02	1.6E-01±3.4E-03	1.2E+07±2.5E+05
O-2-11	17083	1.4E-02	1.8E-01±3.5E-03	1.3E+07±2.6E+05
O-1-12	21561	1.6E-02	1.4E-01±2.9E-03	8.9E+06±1.8E+05
O-2-12	21534	1.7E-02	1.6E-01±3.0E-03	9.3E+06±1.7E+05
O-1-13	20093	1.3E-02	1.1E-01±2.7E-03	8.5E+06±2.1E+05
O-2-13	20094	1.3E-02	1.3E-01±2.9E-03	1.0E+07±2.3E+05
O-1-14	20122	1.1E-02	1.3E-01±2.9E-03	1.2E+07±2.6E+05
O-2-14	20123	1.1E-02	1.8E-01±3.3E-03	1.6E+07±2.9E+05
O-1-15	20114	1.3E-02	1.2E-01±2.8E-03	9.6E+06±2.2E+05
O-2-15	20083	1.3E-02	1.2E-01±2.8E-03	9.2E+06±2.1E+05
O-1-16	18715	9.3E-03	5.3E-02±2.2E-03	5.7E+06±2.4E+05
O-2-16	18708	8.7E-03	5.2E-02±2.2E-03	5.9E+06±2.5E+05
O-1-17	21590	7.8E-03	4.2E-02±1.8E-03	5.4E+06±2.3E+05
O-2-17	21522	7.6E-03	3.7E-02±1.8E-03	4.9E+06±2.4E+05
O-1-18	18629	4.9E-03	3.6E-02±2.0E-03	7.4E+06±4.0E+05
O-2-18	18619	5.0E-03	1.0E-01±2.7E-03	2.1E+07±5.5E+05
O-1-19	21714	4.9E-03	2.7E-02±1.6E-03	5.6E+06±3.3E+05
O-2-19	21686	5.2E-03	3.8E-02±1.8E-03	7.2E+06±3.4E+05
O-1-20	20047	1.2E-02	6.0E-02±2.1E-03	5.0E+06±1.8E+05
O-2-20	20015	1.1E-02	5.1E-02±2.1E-03	4.6E+06±1.8E+05
O-1-21	20153	7.6E-03	5.7E-02±2.1E-03	7.6E+06±2.7E+05
O-2-21	20150	8.2E-03	5.8E-02±2.1E-03	7.0E+06±2.5E+05
O-1-22	20108	1.0E-02	6.5E-02±2.2E-03	6.3E+06±2.1E+05
O-2-22	20081	1.1E-02	7.6E-02±2.3E-03	7.3E+06±2.2E+05

表 7.1-4 放射能分析結果 (4/5)

試料 No.	流量 (m ³)	大気浮遊塵濃度 (mg m ⁻³)	大気放射能濃度 (mBq m ⁻³)	浮遊塵放射能濃度 (mBq kg ⁻¹)
富岡町				
T-1-1	20166	1.8E-02	3.9E-02±1.9E-03	2.2E+06±1.0E+05
T-2-1	20163	1.8E-02	4.4E-02±2.0E-03	2.4E+06±1.1E+05
T-1-2	20220	1.5E-02	5.4E-02±2.1E-03	3.5E+06±1.4E+05
T-2-2	20205	1.6E-02	3.7E-02±1.8E-03	2.4E+06±1.2E+05
T-1-3	20186	1.6E-02	5.1E-02±2.1E-03	3.1E+06±1.3E+05
T-2-3	20180	1.8E-02	6.9E-02±2.3E-03	3.8E+06±1.3E+05
T-1-4	21516	1.4E-02	5.9E-02±2.0E-03	4.1E+06±1.4E+05
T-2-4	21518	1.4E-02	8.7E-02±2.3E-03	6.1E+06±1.6E+05
T-1-5	18710	1.5E-02	8.2E-02±2.5E-03	5.4E+06±1.7E+05
T-2-5	18708	1.6E-02	1.1E-01±2.9E-03	7.1E+06±1.8E+05
T-1-6	20168	1.6E-02	9.3E-02±2.5E-03	5.9E+06±1.6E+05
T-2-6	20160	1.7E-02	3.4E-02±1.8E-03	2.0E+06±1.1E+05
T-1-7	20119	1.1E-02	7.3E-02±2.3E-03	6.8E+06±2.1E+05
T-2-7	20125	1.2E-02	6.6E-02±2.2E-03	5.6E+06±1.9E+05
T-1-8	20037	1.3E-02	8.5E-02±2.4E-03	6.3E+06±1.8E+05
T-2-8	20051	1.5E-02	9.1E-02±2.5E-03	6.0E+06±1.7E+05
T-1-9	6466 ³	2.2E-02	8.2E-02±5.4E-03	3.7E+06±2.5E+05
T-2-9	21595	1.6E-02	5.9E-02±2.1E-03	3.7E+06±1.3E+05
T-1-10	18717	1.2E-02	1.0E-01±2.7E-03	8.9E+06±2.4E+05
T-2-10	20097	1.7E-02	1.2E-01±2.7E-03	7.0E+06±1.6E+05
T-1-11	17532	1.3E-02	9.5E-02±2.7E-03	7.4E+06±2.2E+05
T-2-11	17446	1.6E-02	9.2E-02±2.7E-03	5.9E+06±1.8E+05
T-1-12	21531	1.5E-02	8.8E-02±2.3E-03	5.9E+06±1.6E+05
T-2-12	21545	1.7E-02	8.4E-02±2.3E-03	4.8E+06±1.3E+05
T-1-13	20139	1.1E-02	9.0E-02±2.5E-03	8.3E+06±2.3E+05
T-2-13	20159	1.3E-02	4.7E-02±2.0E-03	3.5E+06±1.5E+05
T-1-14	20190	1.2E-02	2.7E-01±3.9E-03	2.2E+07±3.2E+05
T-2-14	20185	9.8E-03	4.5E-02±2.0E-03	4.5E+06±2.0E+05

³ 測定期間中にダストサンプラーが故障により停止したため、採取できた浮遊塵量から流量を概算し、大気 ¹³⁷Cs 濃度を算出した。

表 7.1-5 放射能分析結果 (5/5)

試料 No.	流量 (m ³)	大気浮遊塵濃度 (mg m ⁻³)	大気放射能濃度 (mBq m ⁻³)	浮遊塵放射能濃度 (mBq kg ⁻¹)
T-1-15	20133	1.9E-02	6.9E-01 ± 6.1E-03	3.7E+07 ± 3.3E+05
T-2-15	20118	1.3E-02	1.0E-01 ± 2.6E-03	7.5E+06 ± 1.9E+05
T-1-16	18746	1.1E-02	2.8E-01 ± 4.1E-03	2.5E+07 ± 3.7E+05
T-2-16	18737	8.7E-03	4.9E-02 ± 2.1E-03	5.6E+06 ± 2.4E+05
T-1-17	21608	8.3E-03	6.5E-02 ± 2.1E-03	7.9E+06 ± 2.5E+05
T-2-17	21608	7.0E-03	2.3E-02 ± 1.6E-03	3.2E+06 ± 2.2E+05
T-1-18	18634	8.8E-03	9.6E-02 ± 2.7E-03	1.1E+07 ± 3.0E+05
T-2-18	18641	4.1E-03	2.0E-02 ± 1.7E-03	4.8E+06 ± 4.1E+05
T-1-19	21421	7.7E-03	1.3E-01 ± 2.8E-03	1.7E+07 ± 3.6E+05
T-2-19	21420	5.2E-03	1.1E-02 ± 1.4E-03	2.1E+06 ± 2.7E+05
T-1-20	20335	1.4E-02	1.6E-01 ± 3.1E-03	1.2E+07 ± 2.3E+05
T-2-20	20342	1.1E-02	1.8E-02 ± 1.6E-03	1.6E+06 ± 1.5E+05
T-1-21	20182	1.0E-02	8.5E-02 ± 2.4E-03	8.4E+06 ± 2.4E+05
T-2-21	20177	8.0E-03	5.4E-02 ± 2.1E-03	6.8E+06 ± 2.6E+05
T-1-22	20125	1.4E-02	5.1E-02 ± 2.1E-03	3.6E+06 ± 1.5E+05
T-2-22	20112	1.0E-02	3.3E-02 ± 1.9E-03	3.3E+06 ± 1.9E+05

7.2 日中測定と昼夜連続測定による大気浮遊塵濃度の違い

7.2.1 日中測定と昼夜連続測定について

令和1年度の報告書において、日中のみ試料採取を実施した令和1年5月の大気浮遊塵濃度は、昼夜連続で試料採取を実施した令和1年6月以降の試料に比べて、2倍近い濃度となったことを報告した。これは、試料採取の時間帯の違いが大気浮遊塵濃度に影響を与えたものと考えられる。令和2年度の報告書においては、採取時間の違いによる大気浮遊塵中の ^{137}Cs 濃度への影響を調査するために双葉町と大熊町で四半期ごとに測定を行い、いずれの時期においても日中のみ測定の方が大気浮遊塵濃度と大気放射性濃度が高くなったこと、両地点の浮遊塵放射能濃度には差異が確認されたことを報告した。これは、両地点の除染状況の違いによる数km～数十kmで移流する粒子が影響を与えた可能性が考えられる。令和3年度の報告書においては、除染状況の違いによる大気浮遊塵濃度への影響を明らかにするため、除染状況の異なる双葉町と富岡町で測定を実施し、除染作業が収束してきている地点で大気浮遊塵濃度比は高く、浮遊塵放射能濃度は低くなる傾向が見られたが、明確な違いが分からなかったことを報告した。本年度は、昨年度と同様の地点で継続して調査を行い、避難指示が解除された双葉町と富岡町の結果を比較することで、除染状況の違いによる大気浮遊塵濃度への影響を明らかにすることを試みた。

7.2.2 調査期間

大気浮遊塵の日中測定は、令和4年5月、令和4年8月、令和4年11月、令和5年2月の年4回にかけて、双葉町の舗装面（F-6地点）と富岡町の舗装面（T-2地点）で定期的に採取した。試料採取はダストサンプラーを昼夜測定設置位置から1mずらした地点で実施した。試料採取期間の詳細を表7.2-1に示す。

7.2.3 放射能の測定結果

日中測定の ^{137}Cs 濃度の測定結果を表7.2-2に示す。なお、昼夜測定の実験データとしては、2.2.2に示したF-4、F-6及びT-2における日中測定と同時期に測定した結果を使用した。

7.2.4 日中測定結果の評価

表7.2-3で日中測定結果に対する昼夜連続測定結果の比を示す。双葉町における大気浮遊塵濃度比は1.12～1.60、浮遊塵放射能濃度比は0.54～1.33、大気放射能濃度比は0.61～1.87であった。また、富岡町における大気浮遊塵濃度比は1.19～1.36、浮遊塵放射能濃度比は0.61～1.41、大気放射能濃度比は0.73～1.92であった。測定地点で比較すると、大気浮遊塵濃度比は双葉町が高い一方で、浮遊塵放射能濃度比は富岡町が高かった。大気放射能濃度比は、いずれの地点においても8月を除いた全ての時期で日中測定の方が昼夜連続測定と同等または高い結果となった。大気放射能濃度比は年間平均すると避難指示が解除された双

葉町の方がやや低いが、除染状況の違いによる大気放射能濃度への影響は、はっきりとは分からなかった。除染完了後、どの程度の時間経過で大気放射能濃度が低下するかは分かっているため、継続的な調査が重要である。

表 7.2-1 試料採取期間

採取地点	試料 No.	採取開始日	採取終了日	採取期間 (日)	採取間隔	採取時間 (時間)
双葉町						
F-6	F-6-25	2022/5/10	2022/5/24	14	9:00-17:00	110.60
F-6	F-6-26	2022/8/31	2022/9/12	12	9:00-17:00	90.20
F-6	F-6-27	2022/11/28	2022/12/13	15	9:00-17:00	118.78
F-6	F-6-28	2023/2/7	2023/2/21	14	9:00-17:00	110.8
富岡町						
T-2	T-2-25	2022/5/10	2022/5/24	14	9:00-17:00	111.50
T-2	T-2-26	2022/8/31	2022/9/12	12	9:00-17:00	98.08
T-2	T-2-27	2022/11/28	2022/12/13	15	9:00-17:00	119.38
T-2	T-2-28	2023/2/7	2023/2/21	14	9:00-17:00	110.4

表 7.2-2 放射能分析結果

試料 No.	流量 (m ³)	大気浮遊塵濃度 (mg m ⁻³)	大気放射能濃度 (mBq m ⁻³)	浮遊塵放射能濃度 (mBq kg ⁻¹)
双葉町				
F-6-25	6639	3.7E-02	2.3E-01 ± 7.0E-03	6.2E+06 ± 1.9E+05
F-6-26	5411	2.0E-02	1.7E-01 ± 7.3E-03	8.5E+06 ± 3.7E+05
F-6-27	7124	1.4E-02	7.0E-02 ± 4.9E-03	4.8E+06 ± 3.4E+05
F-6-28	6652	1.7E-02	9.0E-02 ± 5.7E-03	5.3E+06 ± 3.3E+05
富岡町				
T-2-25	6692	2.2E-02	1.0E-01 ± 5.4E-03	4.7E+06 ± 2.5E+05
T-2-26	5883	1.9E-02	6.7E-02 ± 5.6E-03	3.6E+06 ± 3.0E+05
T-2-27	7160	9.6E-03	4.4E-02 ± 4.1E-03	4.5E+06 ± 4.3E+05
T-2-28	6627	1.2E-02	5.5E-02 ± 5.0E-03	4.5E+06 ± 4.1E+05

表 7.2-3 日中測定と昼夜連続測定による大気浮遊塵中の ^{137}Cs 濃度

測定項目	地点	測定種別	5月	8月	11月	2月
大気浮遊塵 濃度 (mg m^{-3})	F-6	昼夜連続	2.6E-02	1.8E-02	9.0E-03	1.2E-02
		日中(9:00-17:00)	3.7E-02	2.0E-02	1.4E-02	1.7E-02
	T-2	昼夜連続	1.8E-02	1.6E-02	7.0E-03	1.0E-02
		日中(9:00-17:00)	2.2E-02	1.9E-02	9.6E-03	1.2E-02
浮遊塵放射 能濃度 (mBq kg^{-1})	F-6	昼夜連続	9.0E+06	1.6E+07	4.4E+06	4.0E+06
		日中(9:00-17:00)	6.2E+06	8.5E+06	4.8E+06	5.3E+05
	T-2	昼夜連続	3.8E+06	5.9E+06	3.2E+06	3.3E+06
		日中(9:00-17:00)	4.7E+06	3.6E+06	4.5E+06	4.5E+05
大気放射能 濃度 (mBq m^{-3})	F-6	昼夜連続	2.3E-01	2.8E-01	3.9E-02	4.8E-02
		日中(9:00-17:00)	2.3E-01	1.7E-01	7.0E-02	9.0E-02
		日中/連続	0.99	0.61	1.77	1.87
	T-2	昼夜連続	6.9E-02	9.2E-02	2.3E-02	3.3E-02
		日中(9:00-17:00)	1.0E-01	6.7E-02	4.4E-02	5.5E-02
		日中/連続	1.49	0.73	1.92	1.66

被ばく線量シミュレーションシステム 利用マニュアル

2023年3月

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

目次

1.	はじめに	1
1.1	目的	1
1.2	前提条件	1
1.3	システム概要	1
1.4	簡易操作説明の表示方法	1
2.	行動予定作成画面の操作方法	2
3.	行動予定の作成方法	4
3.1	滞在場所の選択	4
3.2	行動予定の入力	5
3.3	前後の滞在場所への移動	6
4.	行動予定の削除	7
5.	被ばく線量のシミュレーション実行方法および結果画面の操作方法	8
5.1	被ばく線量のシミュレーション実行	8
5.2	被ばく線量評価結果表示画面の操作	10

1. はじめに

1.1 目的

本書では、被ばく線量シミュレーションシステムの利用方法について記載します。

1.2 前提条件

本システムはWebブラウザにて利用することを前提に記載しています。対応ブラウザは下記の通りです。

- ・ Microsoft Edge : バージョン92以上
- ・ Google Chrome : バージョン92以上
- ・ Safari : バージョン14以上
- ・ Kiosk Browser : バージョン1.0.4.0以上

1.3 システム概要

本システムでは、利用者にて行動予定（滞在場所、移動方法、屋内外情報、滞在時間で構成）を作成し、その行動予定から被ばく線量のシミュレーションを行うことができます。

1.4 簡易操作説明の表示方法

本システムでは、図 1.1に示す画面上の[操作説明]ボタンをタップ、またはマウスオーバーする（操作矢印を合わせる）ことで、ツールチップにて図 1.2のような操作説明が表示されます。



図 1.1 操作説明ボタン

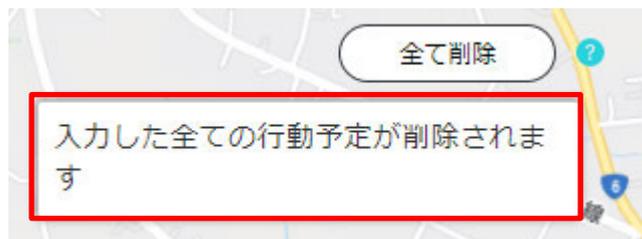


図 1.2 ツールチップによる操作説明

2. 行動予定作成画面の操作方法

スマートフォンおよびPCの行動予定作成画面を図 2.1、図 2.2に示します。本章では行動予定作成画面の操作方法を説明します。



図 2.1 行動予定作成画面(スマートフォン)



図 2.2 行動予定作成画面(PC)

- ① 地図を移動する
地図をドラッグすることで移動できます。
- ② 地図を拡大縮小する
[縮尺切替]ボタンの[+]・[-]をクリックすると地図の縮尺を変更します。
[+]ボタンは地図を拡大し、[-]ボタンは地図を縮小します。
また、マウスのスクロールボタンを奥へ回すと地図を拡大し、手前に回すと地図を縮小します。
スマートフォンでは地図上でピンチアウトすると地図を拡大し、ピンチインすると地図を縮小します。
- ③ 地図の切り替えをする
[地図切替]ボタンにて地図と航空写真の切り替えをします。
- ④ 滞在場所を検索する
住所検索窓に地名や建物名、住所を入力することで滞在場所を検索します。
- ⑤ ドロワーメニューを開く
PCではドロワーメニューボタンが画面左側、スマートフォンでは画面下側にドロワーメニューボタンがあります。ドロワーメニューボタンをタップ（クリック）するとドロワーメニューが表示され、再度タップ（クリック）すると非表示となります。

3. 行動予定の作成方法

本章では行動予定の作成方法を説明します。行動予定とは、シミュレーション実施の際に使用する情報です。行動予定には滞在場所、移動方法、屋内外情報、滞在時間があります。滞在場所は最大で5地点まで選択することが可能です。

3.1 滞在場所の選択

地図上の任意の地点をタップ（クリック）し、滞在場所を選択します。滞在場所を選択すると地図上に赤いピンが立ち、ドロワーメニューにピンの住所が表示されます。

滞在場所選択後の行動予定作成画面を図 3.1に示します。



図 3.1 滞在場所選択後の行動予定作成画面

3.2 行動予定の入力

ドロワーメニューから行動予定を入力します。ドロワーメニューでの行動予定の入力内容を図 3.2に示します。

図 3.2 行動予定の入力内容

(1) 移動方法の選択

移動方法は滞在場所の2地点目以降の滞在場所で選択します。1地点目の滞在場所のドロワーメニューには表示されないため、ご注意ください。

[移動方法]のセレクトボックスから移動方法を選択します。移動方法は「徒歩」「自転車」「自動車」「バス」「電車」の5種類から選択できます。選択した移動方法によって線量の計算式（補正係数）が異なります。

(2) 屋内/屋外の選択

[屋内/屋外]のラジオボタンから屋内/屋外を選択します。屋内/屋外によって線量の計算式（補正係数）が異なります。

(3) 滞在時間の選択

[滞在時間]の入力フォームの右側にある時計のアイコンをタップ（クリック）すると、図 3.3の滞在時間入力フォームが表示されます。滞在時間は15分刻みで選択します。矢印をタップ（クリック）またはキーボードから直接入力することで滞在時間を選択できます。



図 3.3 滞在時間入力フォーム

3.3 前後の滞在場所への移動

前後の地点に移動する際に使用するボタンを図 3.4に示します。次の滞在場所の行動予定を入力したい場合には、[次に進む]ボタンをタップ (クリック) します。現在の滞在場所を入力していない場合には、次の滞在場所の行動予定作成画面へ移動ができません。また、前の滞在場所の行動予定を確認または修正したい場合には、[前に戻る]ボタンをタップ (クリック) します。

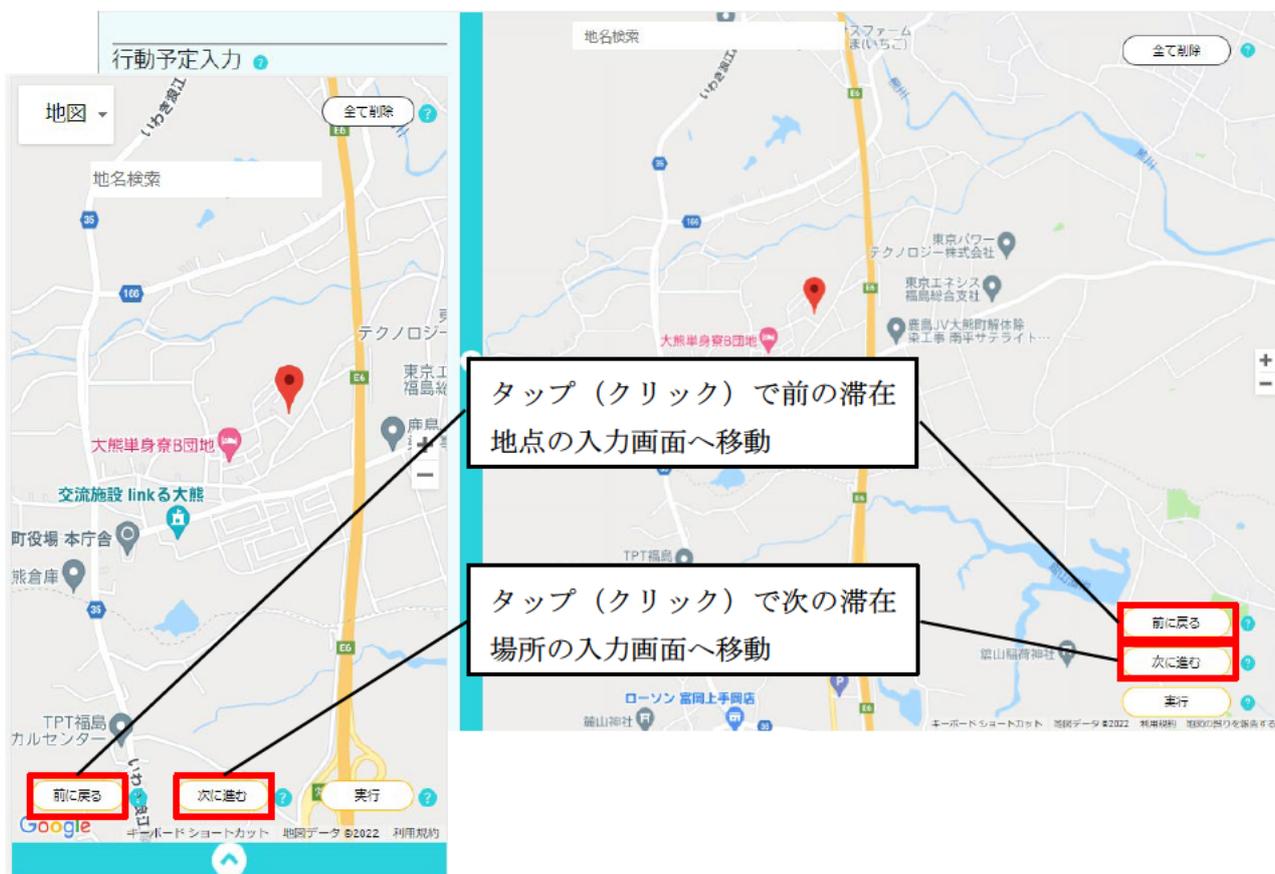


図 3.4 前後の滞在場所への移動

4. 行動予定の削除

行動予定の削除方法を図 4.1に示します。[全て削除]ボタンをタップ（クリック）すると、ダイアログが表示され、作成した行動予定を全て削除できます。



図 4.1 行動予定の削除

5. 被ばく線量のシミュレーション実行方法および結果画面の操作方法

本章では被ばく線量のシミュレーション実行方法および被ばく線量評価結果表示画面での操作方を説明します。

5.1 被ばく線量のシミュレーション実行

PCおよびスマートフォンでの被ばく線量のシミュレーションの実行方法を図 5.1、図 5.2に示します。行動予定の作成が完了後、[実行]ボタンをタップ（クリック）すると、被ばく線量評価結果表示画面が表示されます。PCでは被ばく線量評価結果表示画面の画面左側に被ばく線量シミュレーション結果が表示され、画面右側に選択した滞在場所のピンおよび行動経路が表示されます。スマートフォンでは被ばく線量シミュレーション結果が表示され、画面下部の[被ばく線量]および[行動経路]のタブを選択することで選択した地点のピンおよび移動経路が表示されます（詳細は「5.2 被ばく線量評価結果表示画面の操作方法 - (1)スマートフォンでの「被ばく線量」と「行動経路」の切り替え」を参照）。



図 5.1 シミュレーションの実行（スマートフォン）

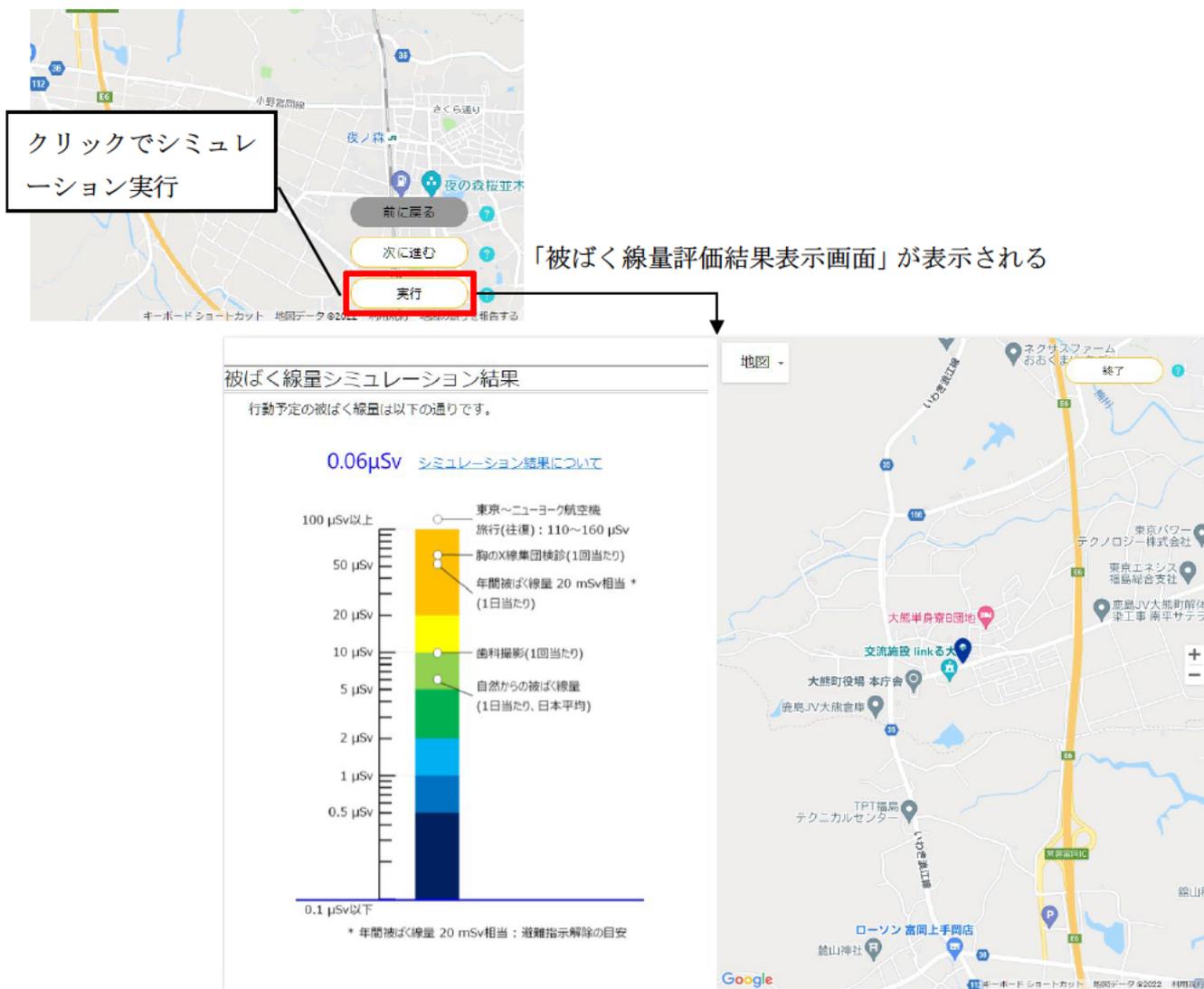


図 5.2 シミュレーションの実行 (PC)

5.2 被ばく線量評価結果表示画面の操作

(1) スマートフォンでの「被ばく線量」と「行動経路」の切り替え

被ばく評価結果画面での「被ばく線量」と「行動経路」の切り替えを図 5.3に示します。画面下部の[被ばく線量]タブまたは[行動経路]タブをタップすることで画面が切り替わります。

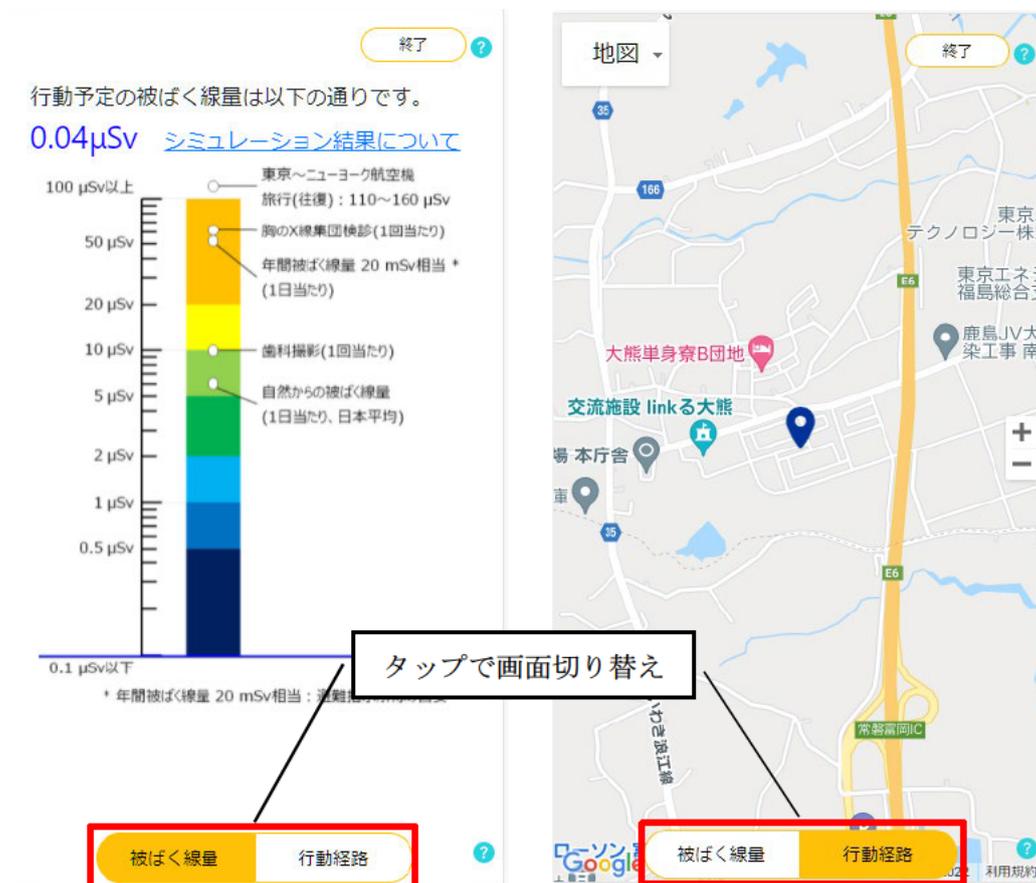


図 5.3 「被ばく線量」と「行動経路」の切り替え

(2) シミュレーションの詳細情報の確認

[シミュレーション結果について]のリンクをタップ (クリック) すると、シミュレーションの詳細情報をダイアログで確認できます。シミュレーション詳細情報のダイアログを図 5.4に示します。



図 5.4 シミュレーション詳細情報のダイアログ

(3) 選択した滞在場所情報の確認

選択した滞在場所情報の確認方法を図 5.5に示します。確認したい地点のピンをタップ（クリック）すると、滞在場所の情報を吹き出しで確認できます。確認できる情報は「空間線量率」と「被ばく線量」です。

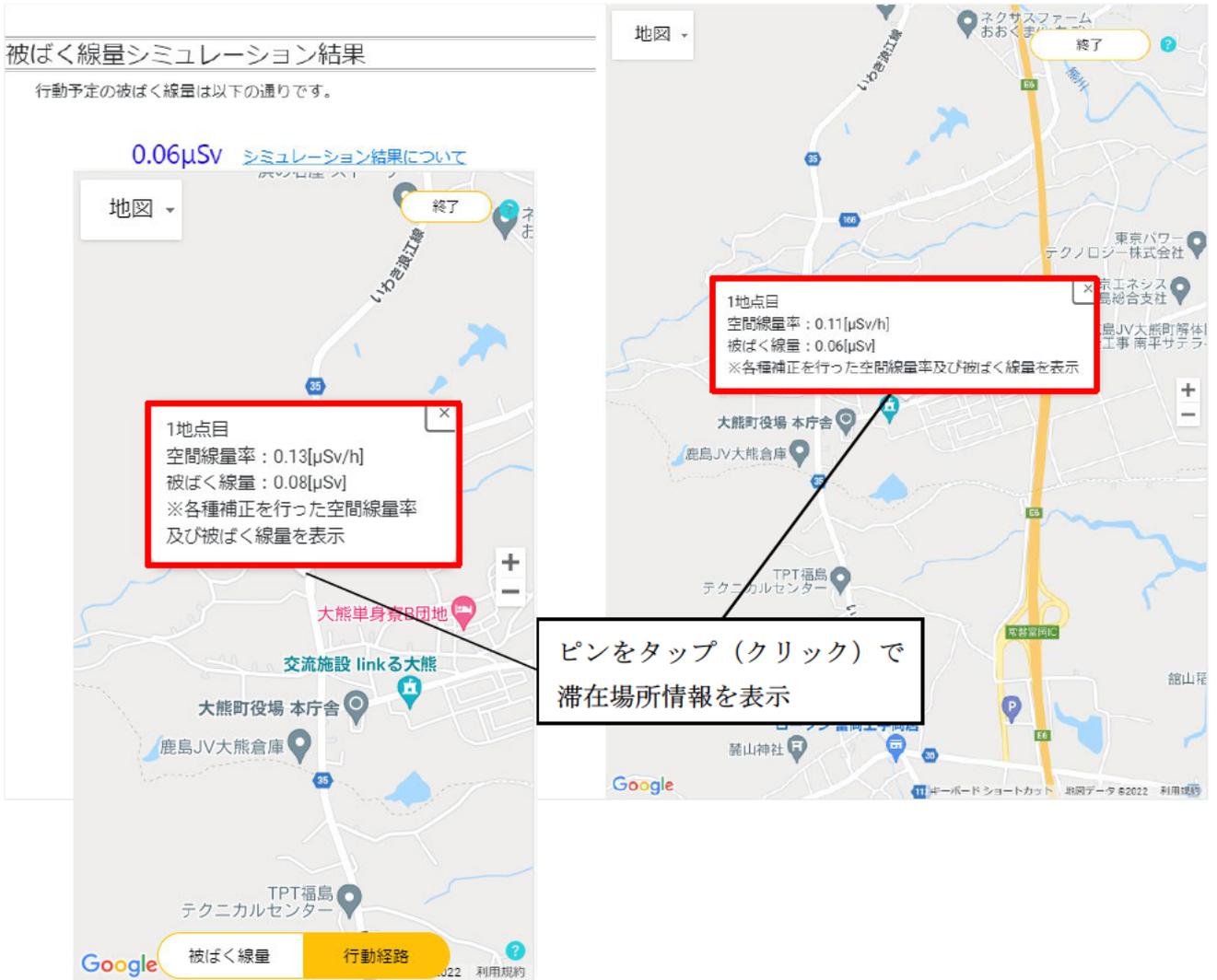


図 5.5 滞在場所情報の吹き出し

(4) 選択した滞在場所情報のアイコン

地図上に表示する滞在地点のアイコンについて、その滞在地点の被ばく線量に応じてアイコンの色を変更して表示します。アイコンの色は被ばく線量の対数グラフの色と対応しています。例として、図 5.6では滞在地点の被ばく線量が $0.5\mu\text{Sv}$ 以下であるため、地図上に表示する滞在地点のアイコンが紺色となっています。

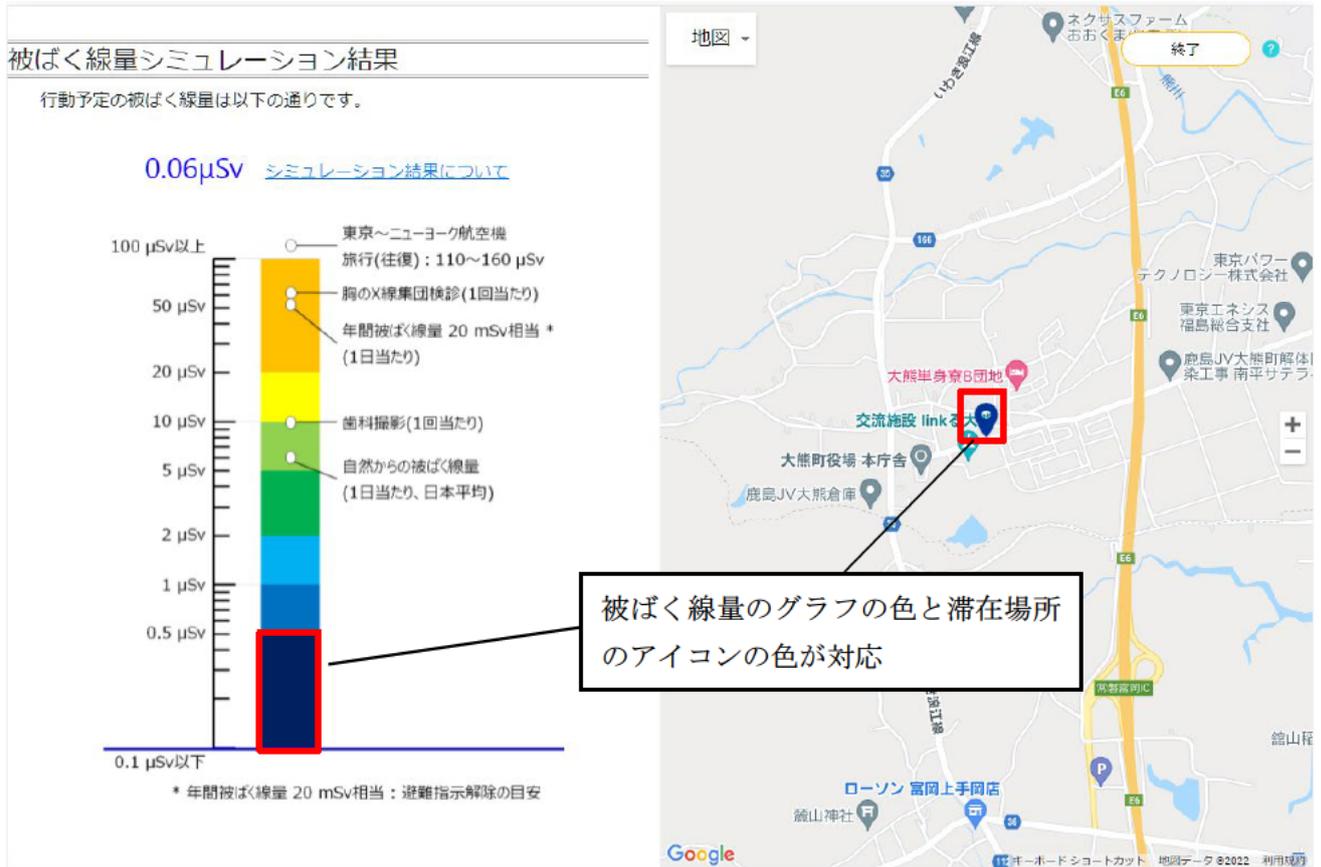


図 5.6 被ばく線量グラフと滞在所アイコンの対応

また、滞在所の空間線量率が $3.8\mu\text{Sv/h}$ を超えた場合、図 5.7のように警告アイコンを表示します。

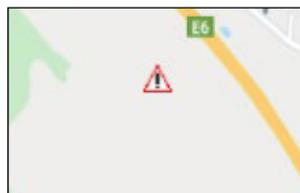


図 5.7 滞在所への警告アイコンの表示

(5) 行動予定作成画面へ戻る

行動予定作成画面へ戻る方法を図 5.8に示します。[終了]ボタンをタップ（クリック）すると、シミュレーションを終了し、行動予定作成画面に戻ります。行動予定作成画面に戻る際、シミュレーションで使用した行動予定は破棄されます。



図 5.8 シミュレーションを終了する



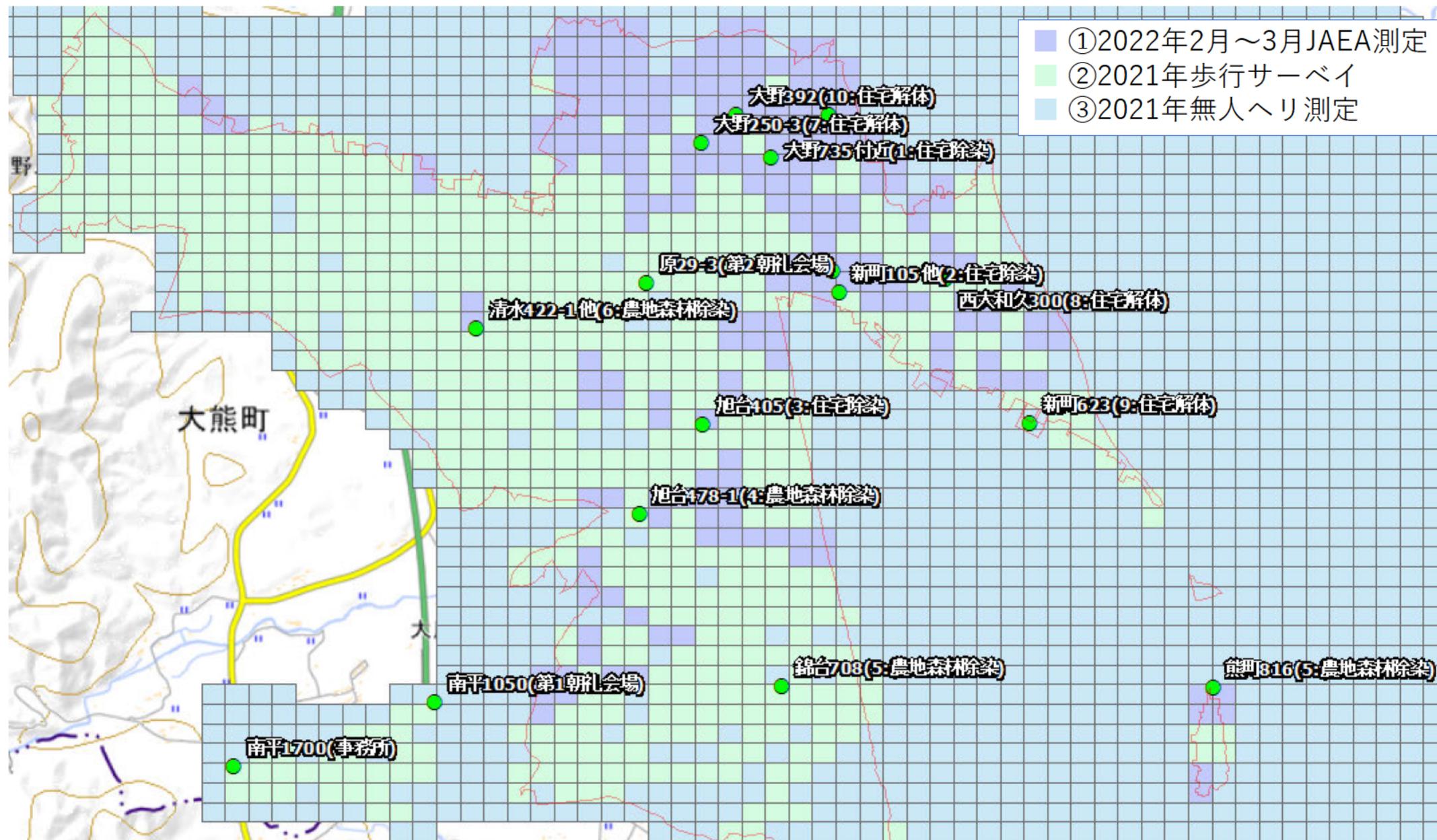
特定復興再生拠点内でのD-シヤトル測定結果と 被ばく評価結果について

2022/4/21

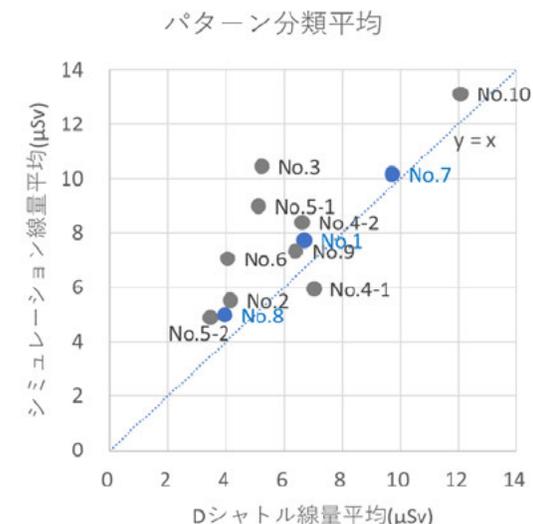
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
廃炉環境国際共同研究センター

- 外部被ばく線量評価（シミュレーション）には以下の条件を用いた。
 - 外部被ばく線量は、各地点の空間線量率に滞在時間をかけ積算した空間線量に0.6（成人の係数）を乗じて実効線量として算出した。
 - 屋外の空間線量率には、以下の測定結果のうち対象地点にデータがあり優先度の高いものを用いた。対象地点にいずれのデータもない場合は最も近いデータを用いた。
 - ① 2022年2月～3月に国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（JAEA）が大熊町で測定した結果
 - ② 2021年の歩行サーベイ測定結果※
 - ③ 2021年の無人ヘリコプター測定結果※

※原子力規制庁受託事業として国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が測定した結果
 - 屋内における空間線量率には、屋外の空間線量率からバックグラウンド空間線量率を差し引いた数値に屋内外低減係数0.4を乗じてバックグラウンド空間線量率を足し戻した値を用いた。
 - バックグラウンド空間線量率には、大熊町の平均値として $0.074 \mu\text{Sv/h}$ を用いた。
 - 車内の空間線量率には、屋外の空間線量率に車両の低減係数0.8を乗じた値を用いた。
- 行動記録表から行動パターンを作成する際は以下の条件を用いた。
 - 作業時間外はD-シャトルを自宅に持ち帰っている場合もあるが、大熊町外の空間線量率データはないため、一律朝礼場所に保管されていると仮定して（朝礼場所を自宅と仮定して）パターンを作成した。
 - 行動記録表に現場作業前後の移動が記録されていないことが多かったが、指定された経路で移動した場合の移動時間をGoogleマップで検索し、5分単位に丸めて移動時間を設定した。



- パターン分類ごとのD-シャトル個人線量1日平均は、最大で12.1 μSv で、1年間の被ばく線量に換算すると4.42mSvとなる（自然放射線含む）。
- D-シャトル個人線量とシミュレーション実効線量は同様の傾向を示した。多くのパターンで作業時間外でのD-シャトル保管場所とシミュレーションでの自宅の設定場所が異なることから、作業時間外線量評価結果に起因する誤差があると考えられる。



対象者	パターン分類	日数	D-シャトル 個人線量合計 (μSv)	シミュレーション 実効線量合計 (μSv)	D-シャトル 個人線量平均 (μSv)	シミュレーション 実効線量平均 (μSv)	作業時間外 D-シャトル 保管場所	シミュレ- ション自宅設 定場所
No.1	大野735付近で住宅除染	5	33.4	38.7	6.7	7.7	南平1050	南平1050
No.2	新町105他で住宅除染	5	20.6	27.6	4.1	5.5	南相馬市	南平1050
No.3	旭台405で住宅除染	6	31.2	62.7	5.2	10.5	南相馬市	南平1050
No.4-1	中央台809で農地森林除染	2	14.0	11.9	7.0	6.0	南相馬市	南平1050
No.4-2	中央台809・旭台478-1・新町110-1他で農地森林除染	1	6.6	8.4	6.6	8.4	南相馬市	南平1050
No.5-1	錦台708で農地森林除染	1	5.1	9.0	5.1	9.0	いわき市	南平1050
No.5-2	熊町816で農地森林除染	2	6.9	9.8	3.5	4.9	いわき市	南平1050
No.6	清水422-1他で農地森林除染	7	28.3	49.4	4.0	7.1	いわき市	南平1050
No.7	大野250-3で住宅解体	4	38.8	40.7	9.7	10.2	原29-3	原29-3
No.8	西大和久300で住宅解体	5	19.7	24.9	3.9	5.0	原29-3	原29-3
No.9	新町623で住宅解体	5	31.9	36.7	6.4	7.3	浪江町	原29-3
No.10	大野392で住宅解体	5	60.3	65.7	12.1	13.1	いわき市	原29-3

一致

一致

【 No.1 大野735付近で住宅除染 】

行動と地点経路

○生活行動パターン概要

作業時間



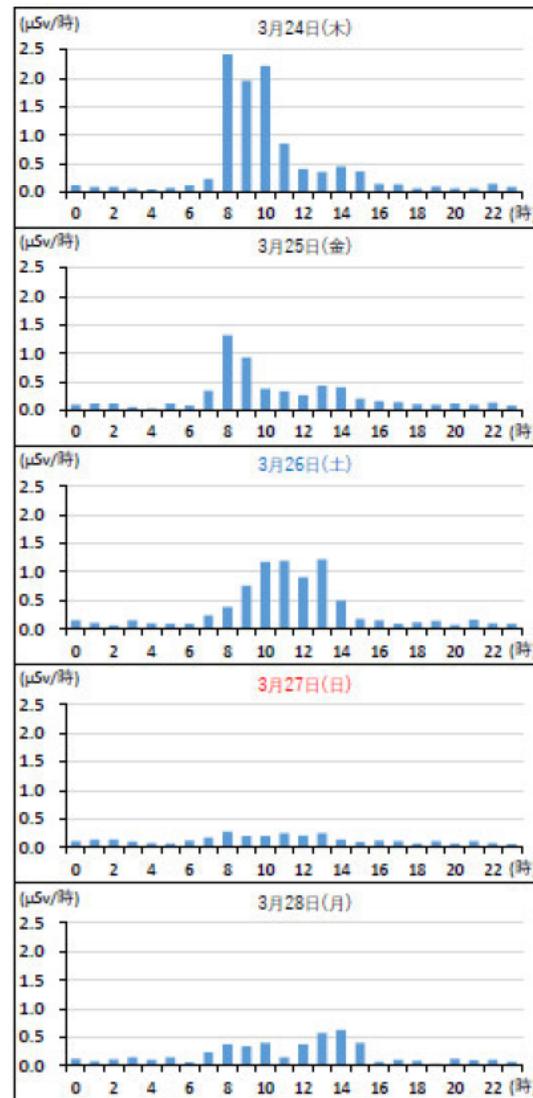
(作業時間外) D-シャトルは南平1050に保管
シミュレーションでも南平1050に滞在すると仮定

大野735

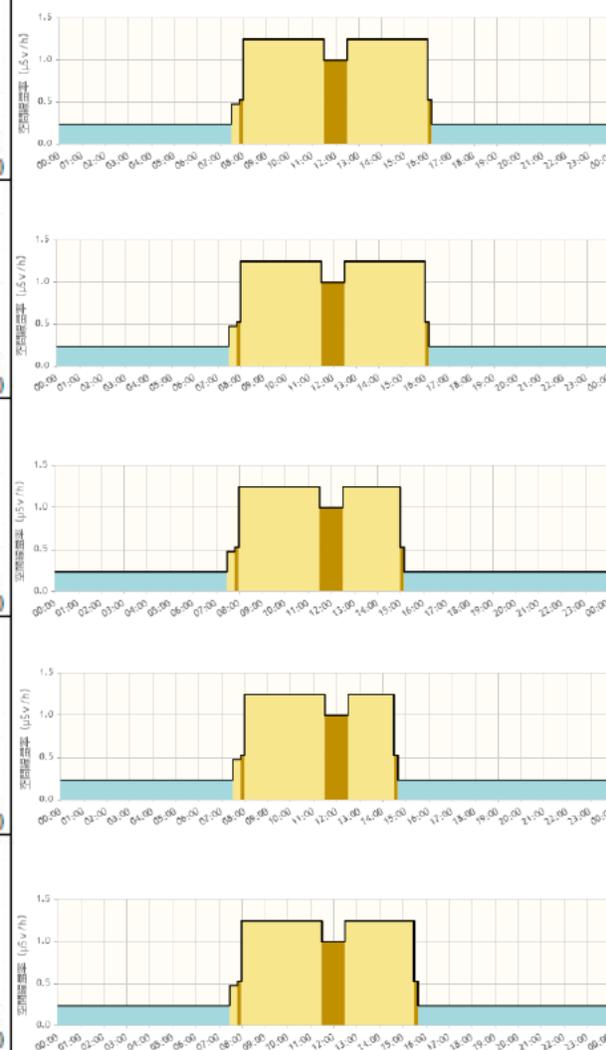


南平1050(第一朝礼会場)

D-シャトル個人線量



シミュレーション空間線量率変化



測定日	Dシャトル 個人線量(μSv)	シミュレーション 実効線量(μSv)
3/24(木)	10.7	8.1
3/25(金)	6.3	8.1
3/26(土)	8.2	7.5
3/27(日)	3.2	7.2
3/28(月)	5.0	7.8
計	33.4	38.7

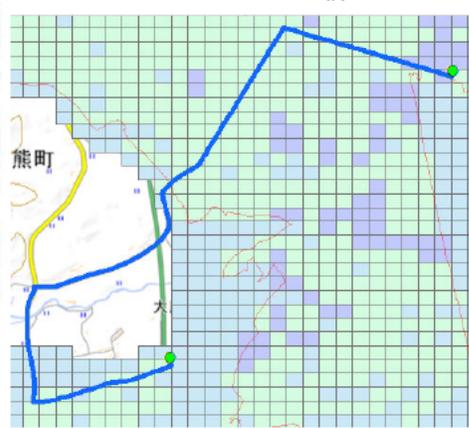
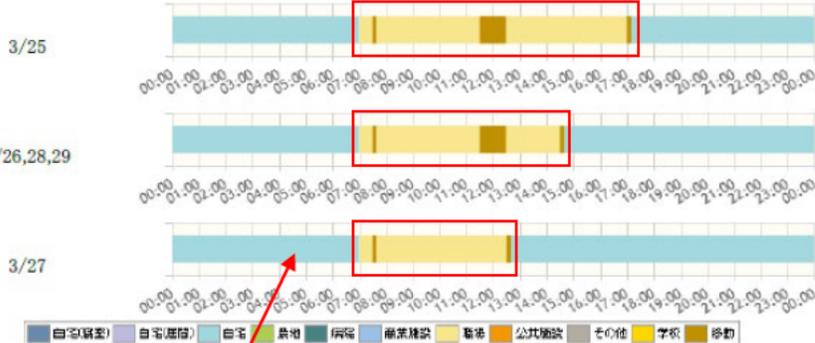
【 No.2 新町105他で住宅除染 】

行動と地点経路

○生活行動パターン概要

作業時間

新町105他

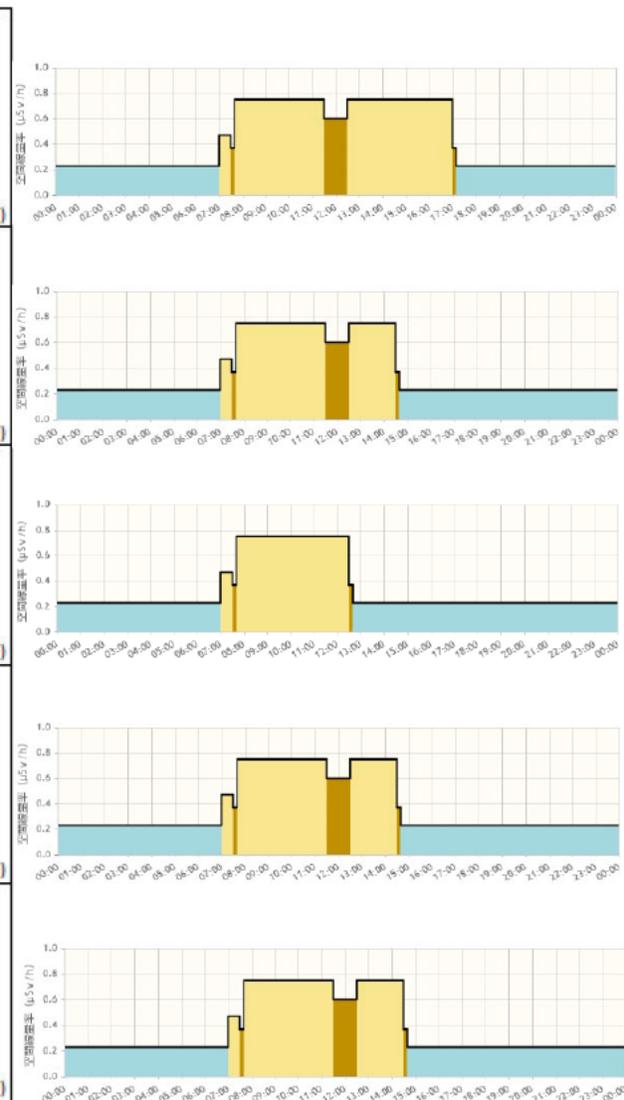
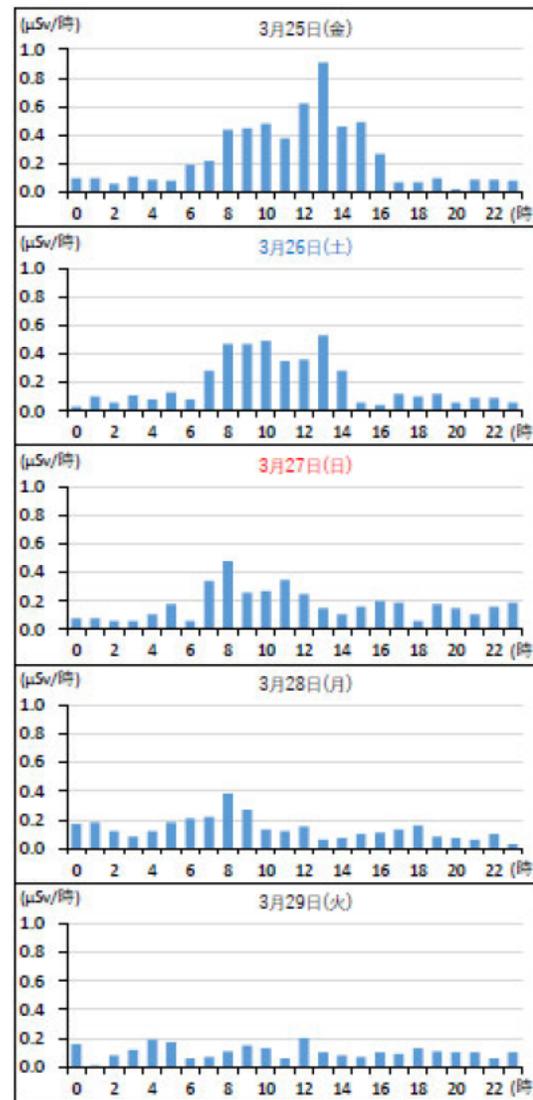


南平1050(第一朝礼会場)

(作業時間外) D-シャトルは自宅(南相馬市)に保管
シミュレーションでは南平1050に滞在すると仮定

D-シャトル個人線量

シミュレーション空間線量率変化



測定日	Dシャトル 個人線量(μSv)	シミュレーション 実効線量(μSv)
3/25(金)	6.0	6.2
3/26(土)	4.6	5.5
3/27(日)	4.2	4.9
3/28(月)	3.3	5.5
3/29(火)	2.5	5.5
計	20.6	27.6

【 No.3 旭台405で住宅除染 】

行動と地点経路

○生活行動パターン概要

作業時間

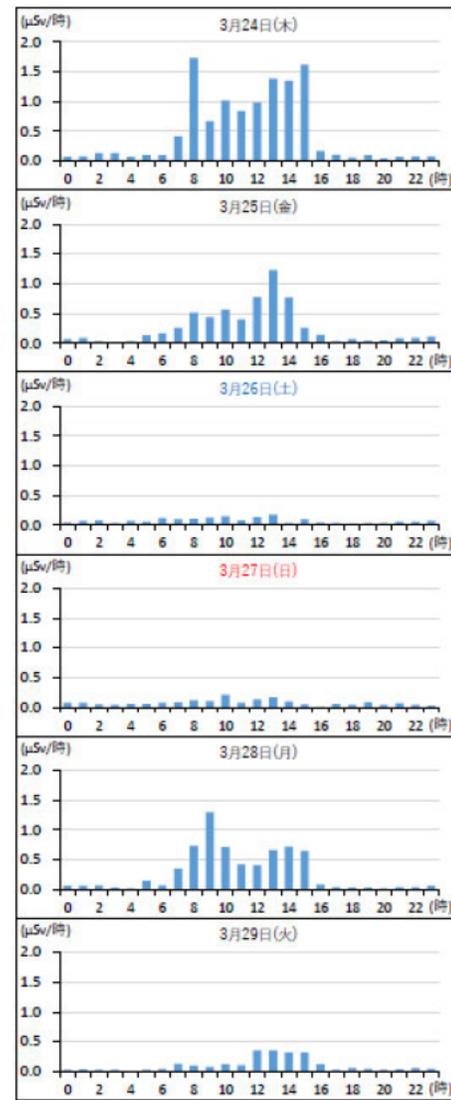
旭台405



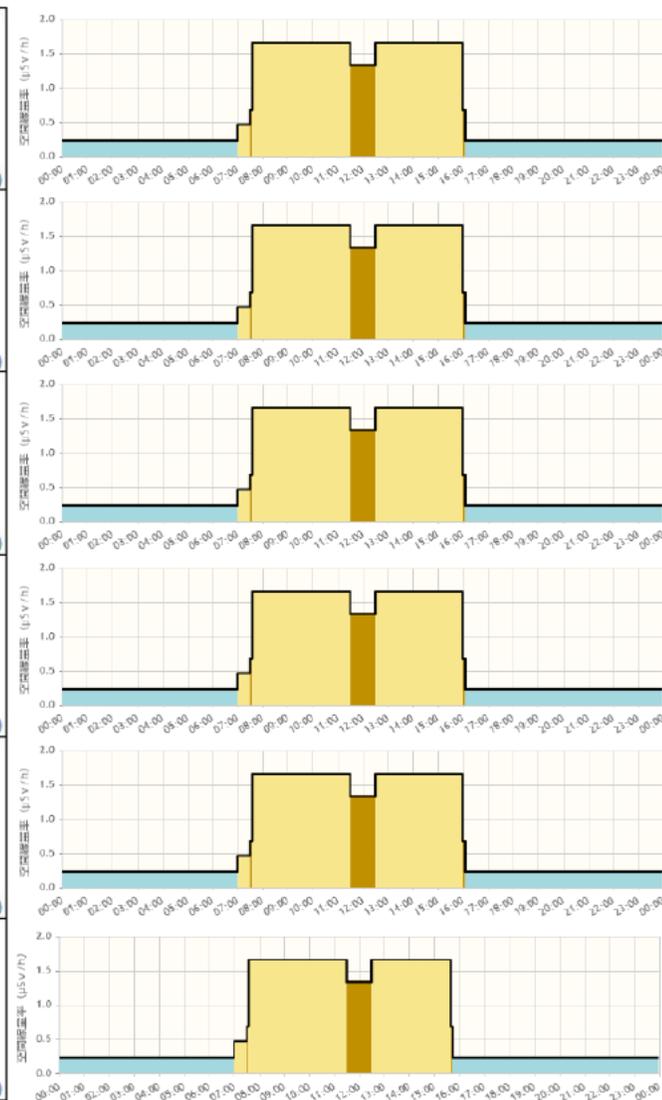
南平1050(第一朝礼会場)

(作業時間外) D-シャトルは自宅(南相馬市)に保管
シミュレーションでは南平1050に滞在すると仮定

D-シャトル個人線量



シミュレーション空間線量率変化



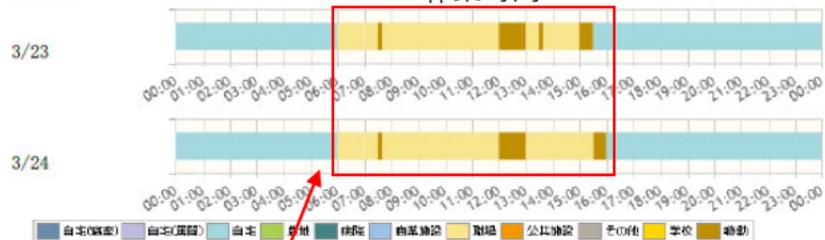
測定日	Dシャトル 個人線量(μSv)	シミュレーション 実効線量(μSv)
3/24(木)	11.5	10.5
3/25(金)	6.4	10.5
3/26(土)	2.0	10.5
3/27(日)	1.9	10.5
3/28(月)	6.8	10.5
3/29(火)	2.6	10.2
計	31.2	62.7

【 No.4-1 中央台809で農地森林除染 】

行動と地点経路

○生活行動パターン概要

作業時間



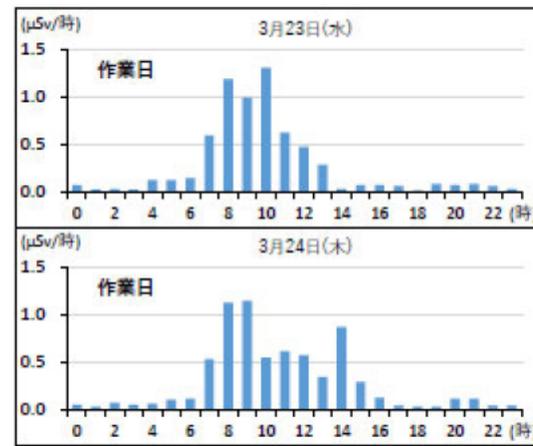
(作業時間外) D-シャトルは自宅(南相馬市)に保管
シミュレーションでは南平1050に滞在すると仮定

中央台809

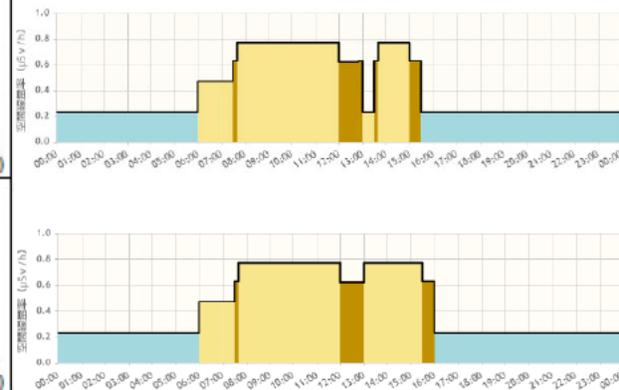


南平1050(第一朝礼会場)

D-シャトル個人線量



シミュレーション空間線量率変化



測定日	Dシャトル 個人線量(μSv)	シミュレーション 実効線量(μSv)
3/23(水)	6.8	5.8
3/24(木)	7.2	6.1
計	14.0	11.9

【 No.4-2 中央台809・旭台478-1・新町110-1他で農地森林除染 】

行動と地点経路

D-シャトル個人線量

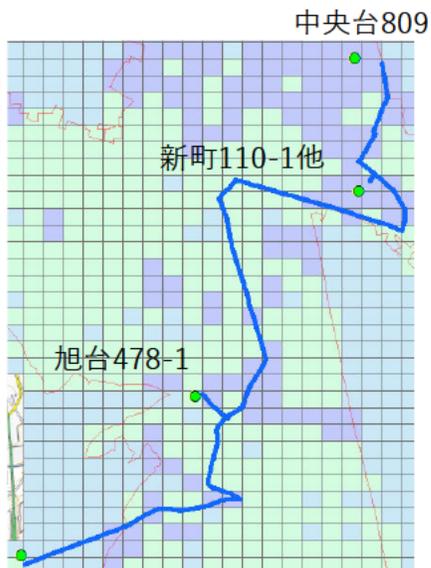
シミュレーション空間線量率変化

○生活行動パターン概要

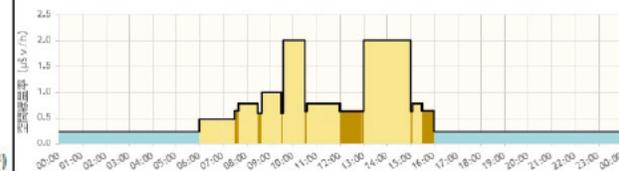
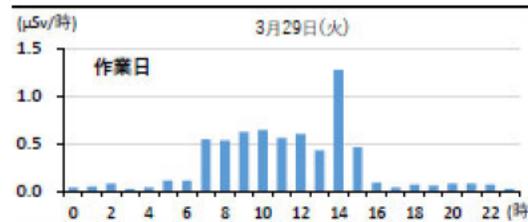
作業時間



(作業時間外) D-シャトルは自宅(南相馬市)に保管
シミュレーションでは南平1050に滞在すると仮定



南平1050(第一朝礼会場)



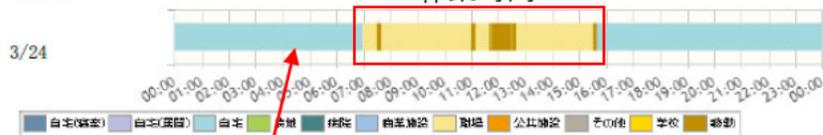
測定日	Dシャトル 個人線量(μSv)	シミュレーション 実効線量(μSv)
3/29(火)	6.6	8.4
計	6.6	8.4

【 No.5-1 錦台708で農地森林除染 】

行動と地点経路

○生活行動パターン概要

作業時間

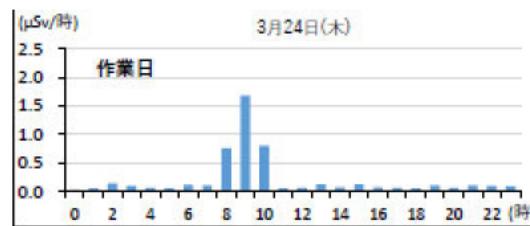


南平1050(第一朝礼会場) 錦台708

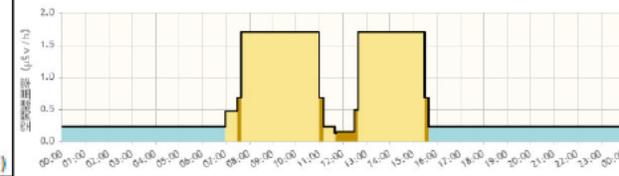


(作業時間外) D-シャトルは自宅(いわき市)に保管
シミュレーションでは南平1050に滞在すると仮定

D-シャトル個人線量



シミュレーション空間線量率変化



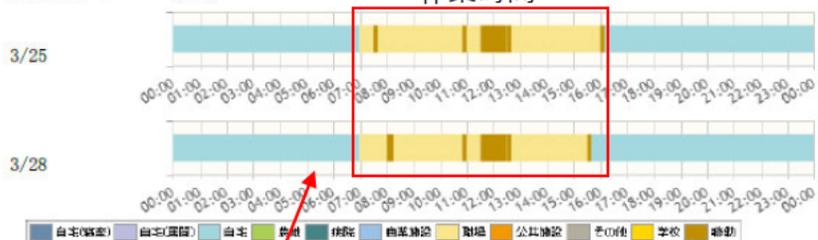
測定日	Dシャトル 個人線量(μSv)	シミュレーション 実効線量(μSv)
3/24(木)	5.1	9.0
計	5.1	9.0

【 No.5-2 熊町816で農地森林除染 】

行動と地点経路

○生活行動パターン概要

作業時間



南平1050(第一朝礼会場)

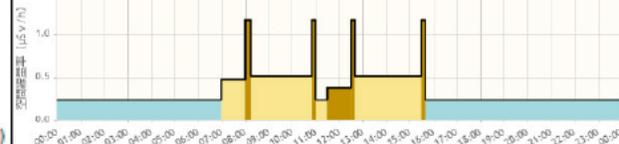
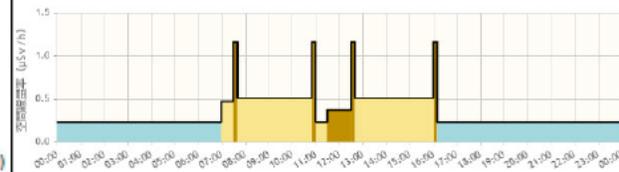
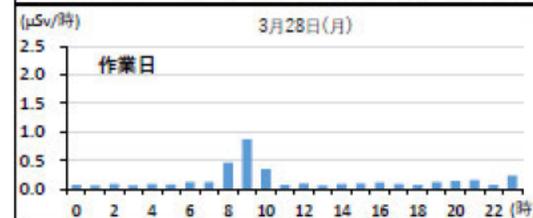
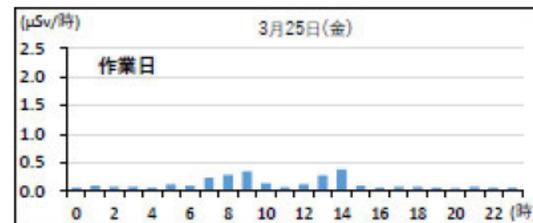
熊町816



(作業時間外) D-シャトルは自宅(いわき市)に保管
シミュレーションでは南平1050に滞在すると仮定

D-シャトル個人線量

シミュレーション空間線量率変化



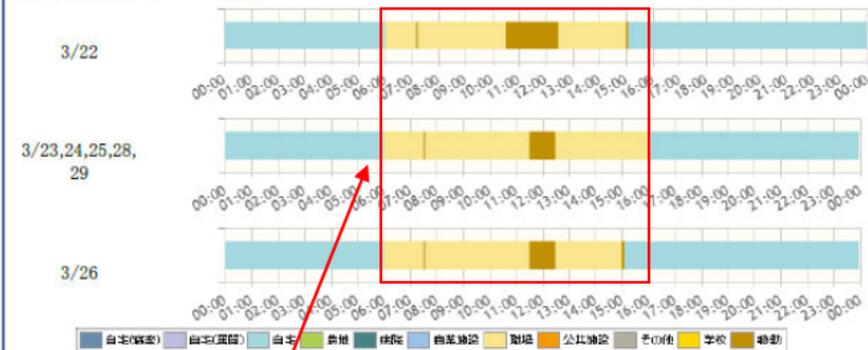
測定日	Dシャトル 個人線量(μSv)	シミュレーション 実効線量(μSv)
3/25(金)	3.1	4.9
3/28(月)	3.8	4.9
計	6.9	9.8

【 No.6 清水422 - 1他で農地森林除染 】

行動と地点経路

○生活行動パターン概要

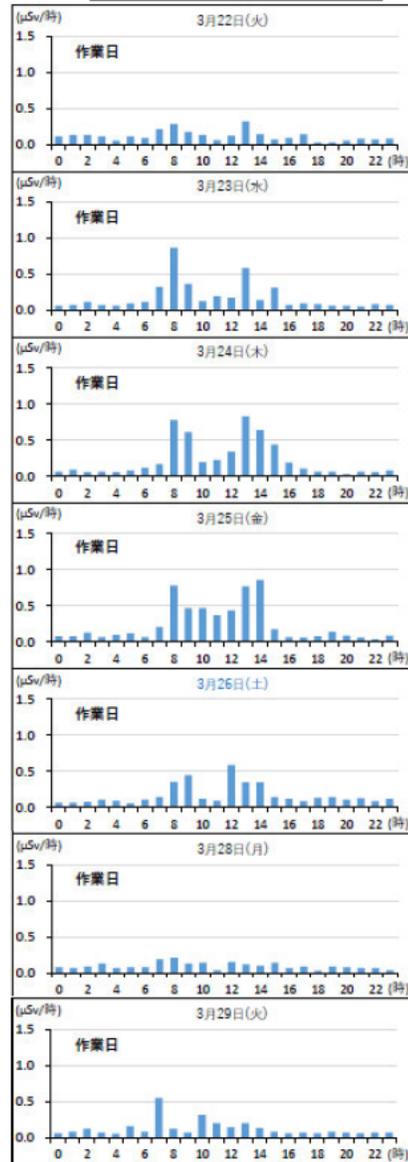
作業時間



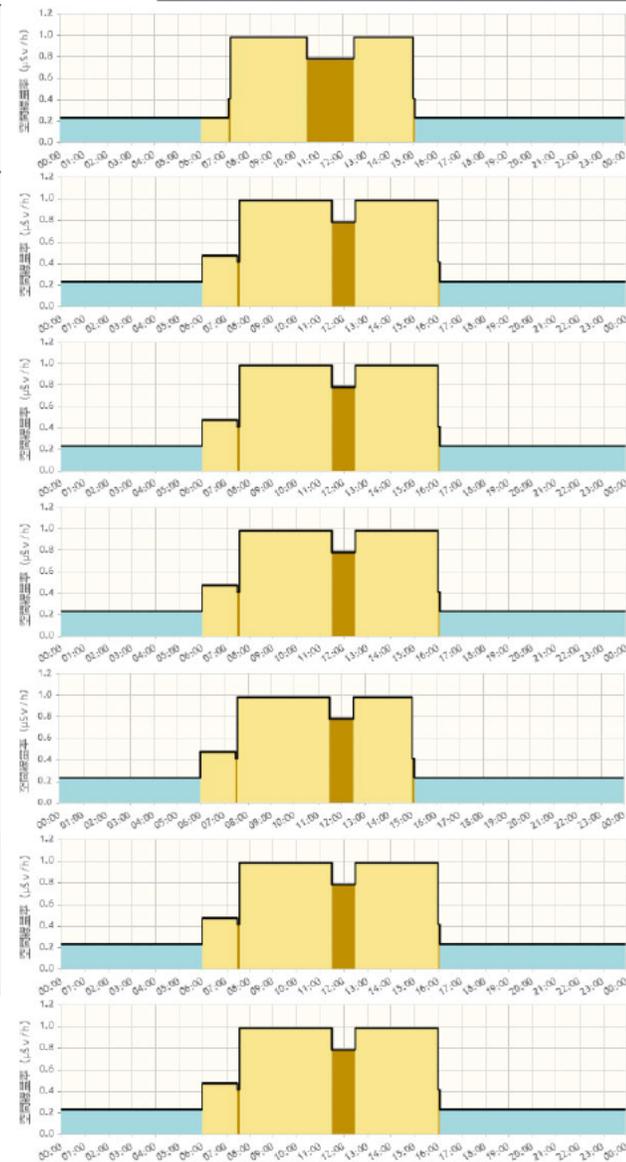
(作業時間外) D-シャトルは自宅(いわき市)に保管
シミュレーションでは南平1050に滞在すると仮定



D-シャトル個人線量



シミュレーション空間線量率変化



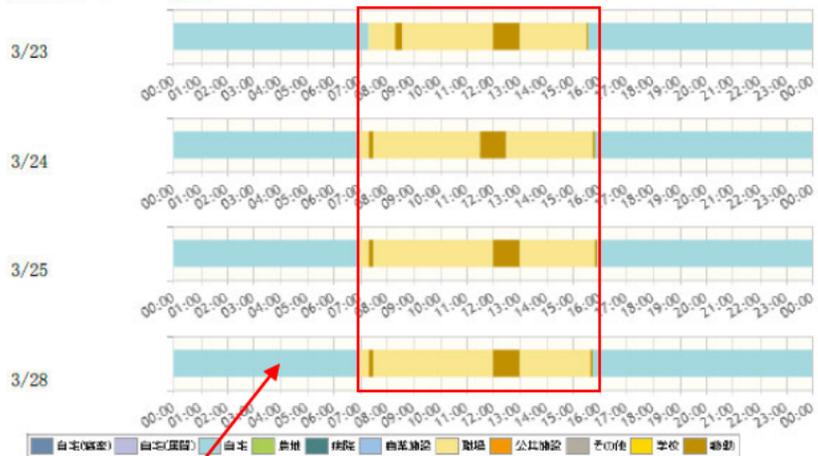
測定日	Dシャトル 個人線量(μSv)	シミュレーション 実効線量(μSv)
3/22(火)	3.0	6.6
3/23(水)	4.4	7.2
3/24(木)	5.4	7.2
3/25(金)	5.8	7.2
3/26(土)	4.2	6.8
3/28(月)	2.3	7.2
3/29(火)	3.2	7.2
計	28.3	49.4

【 No.7 大野250-3で住宅解体 】

行動と地点経路

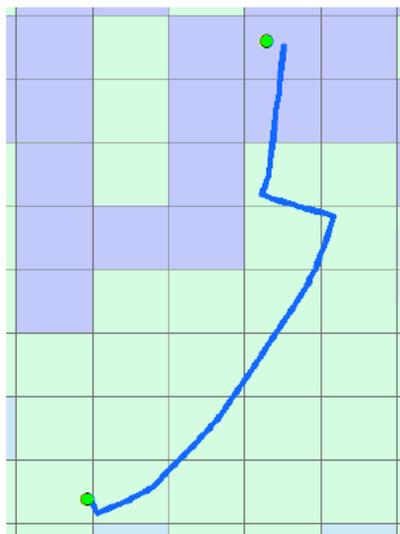
○生活行動パターン概要

作業時間



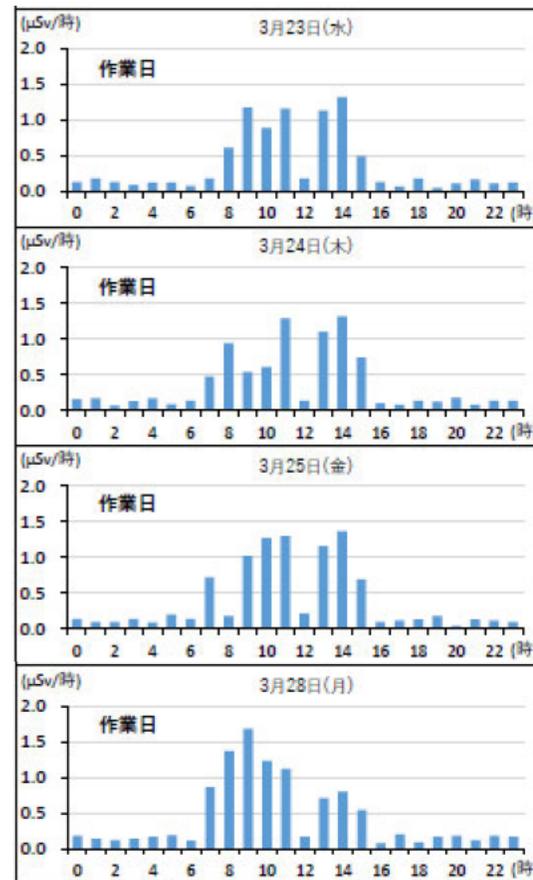
(作業時間外) D-シャトルは原29-3に保管
シミュレーションでも原29-3に滞在すると仮定

大野250-3

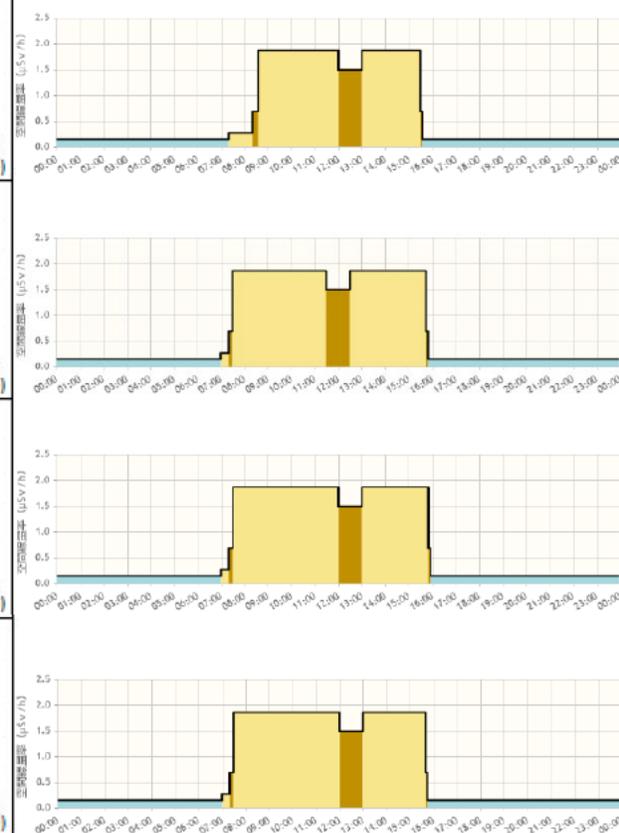


原29-3(第二朝礼会場)

D-シャトル個人線量



シミュレーション空間線量率変化



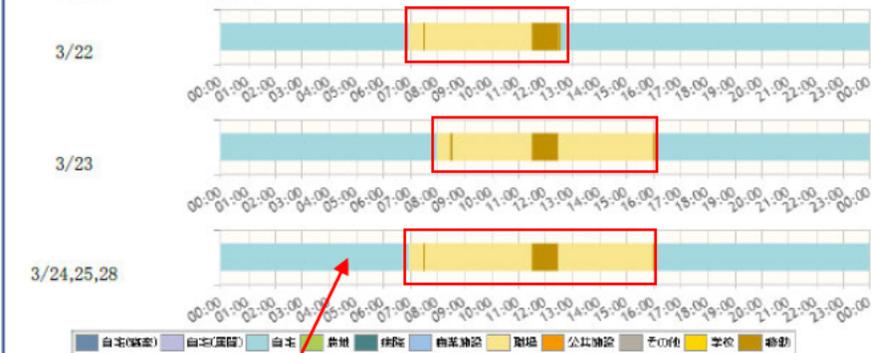
測定日	Dシャトル 個人線量(μSv)	シミュレーション 実効線量(μSv)
3/23(水)	9.2	9.2
3/24(木)	9.1	10.5
3/25(金)	9.8	10.6
3/28(月)	10.7	10.4
計	38.8	40.7

【 No.8 西大和久300で住宅解体 】

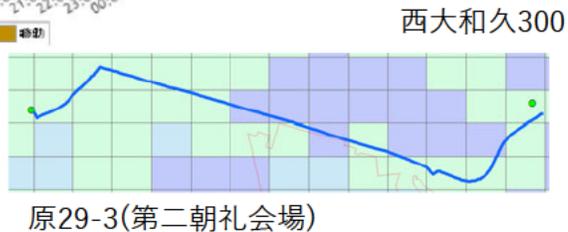
行動と地点経路

○生活行動パターン概要

作業時間

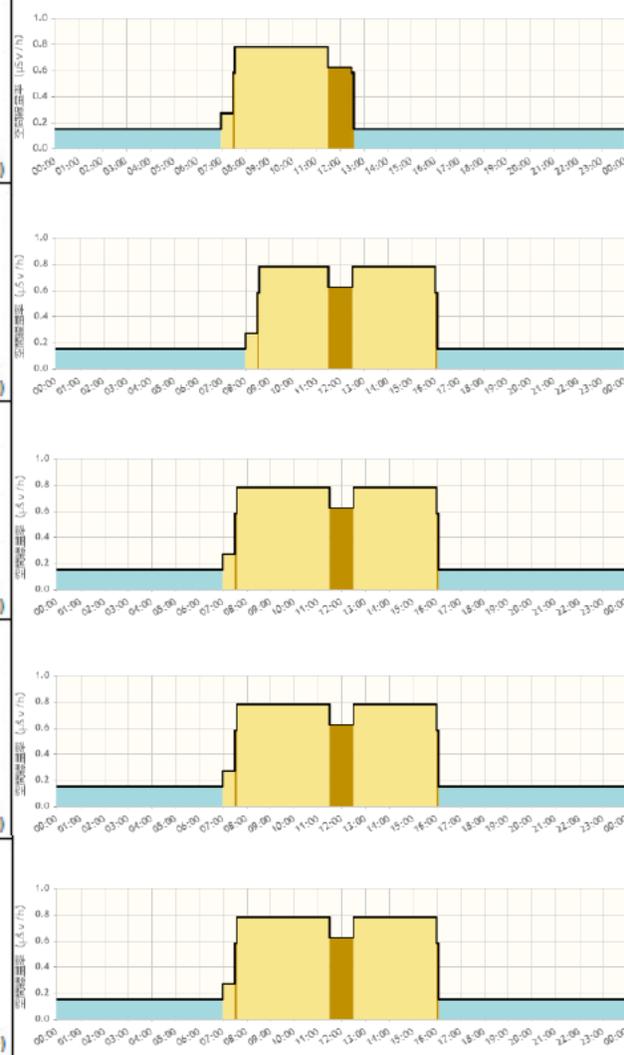
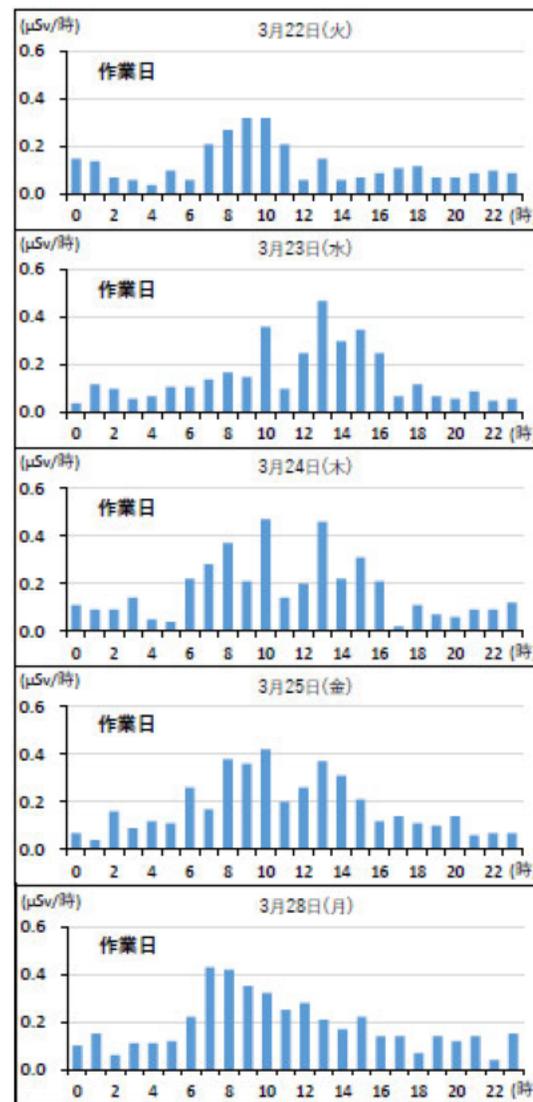


(作業時間外) D-シャトルは原29-3に保管
シミュレーションでも原29-3に滞在すると仮定



D-シャトル個人線量

シミュレーション空間線量率変化



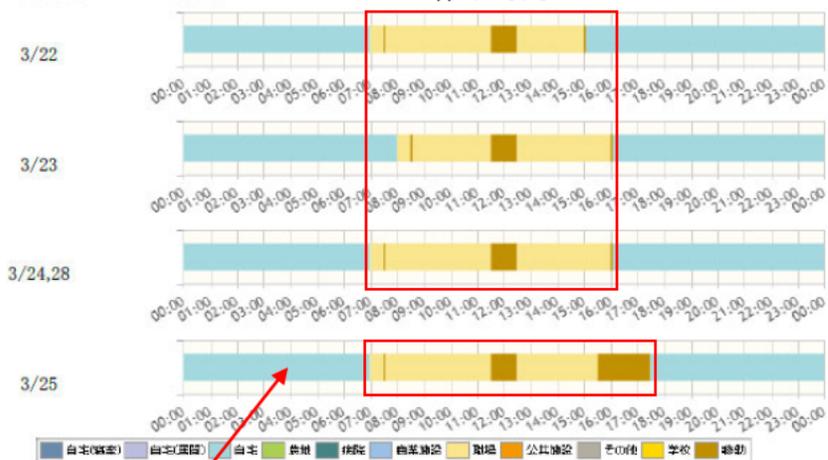
測定日	Dシャトル 個人線量(μSv)	シミュレーション 実効線量(μSv)
3/22(火)	3.0	4.0
3/23(水)	3.7	5.0
3/24(木)	4.2	5.3
3/25(金)	4.3	5.3
3/28(月)	4.5	5.3
計	19.7	24.9

【 No.9 新町623で住宅解体 】

行動と地点経路

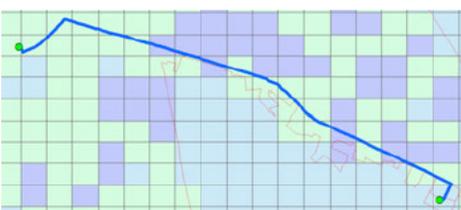
○生活行動パターン概要

作業時間



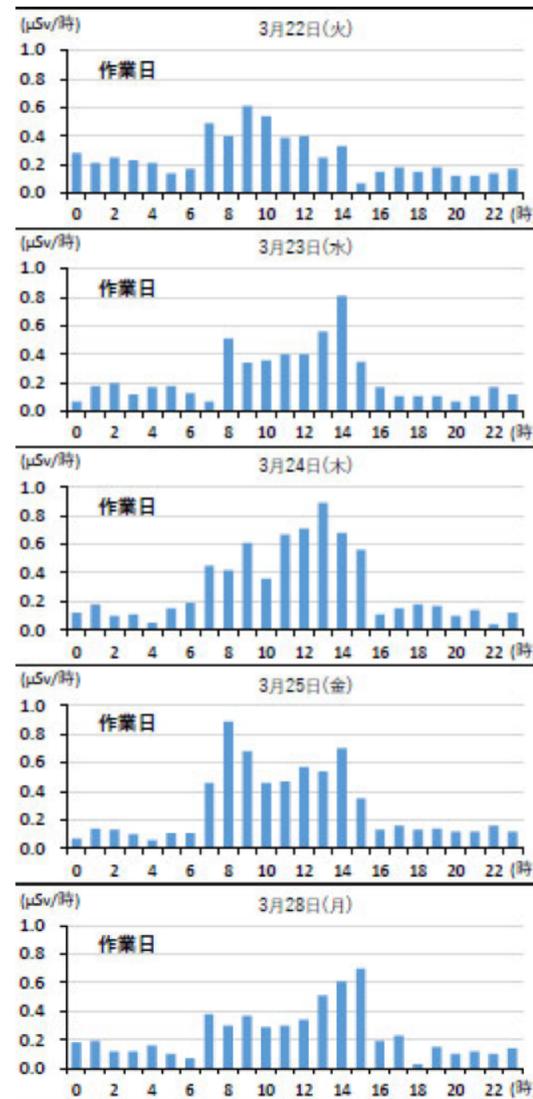
(作業時間外) D-シャトルは自宅(浪江町)に保管
シミュレーションでは原29-3に滞在すると仮定

原29-3(第二朝礼会場)

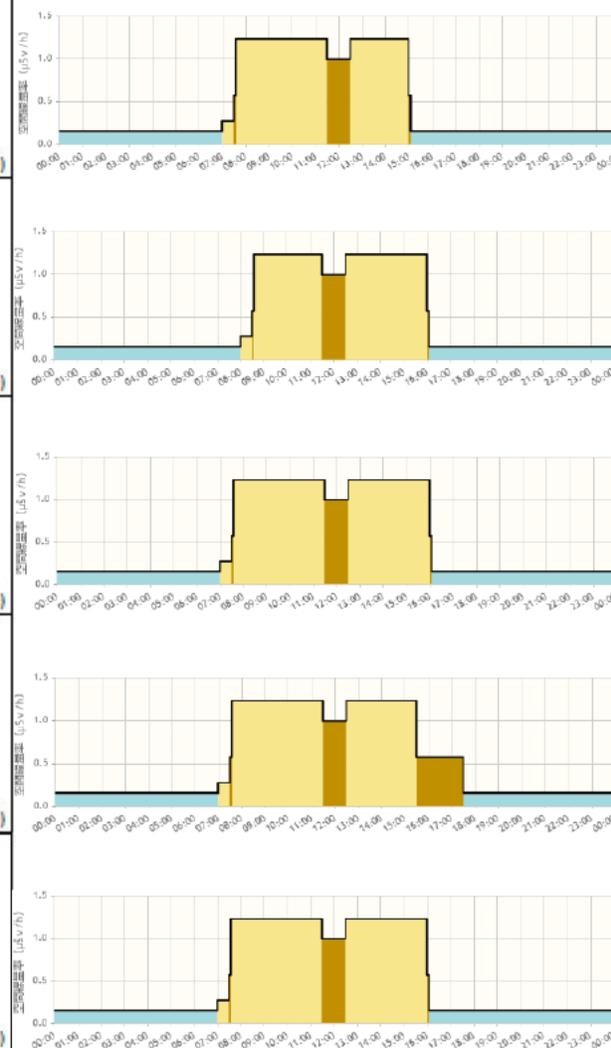


新町623

D-シャトル個人線量



シミュレーション空間線量率変化



測定日	Dシャトル 個人線量(μSv)	シミュレーション 実効線量(μSv)
3/22(火)	6.2	6.9
3/23(水)	5.8	6.9
3/24(木)	7.2	7.6
3/25(金)	6.9	7.7
3/28(月)	5.8	7.6
計	31.9	36.7

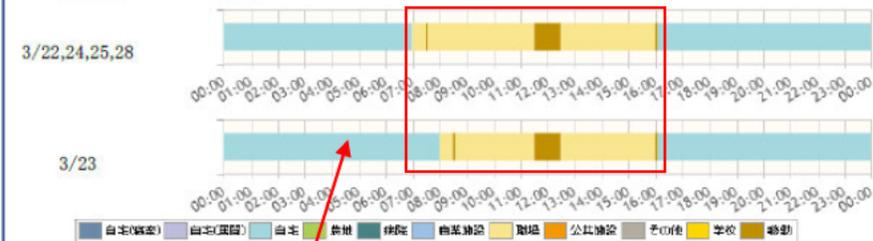
【 No.10 大野392で住宅解体 】

行動と地点経路

○生活行動パターン概要

作業時間

大野392



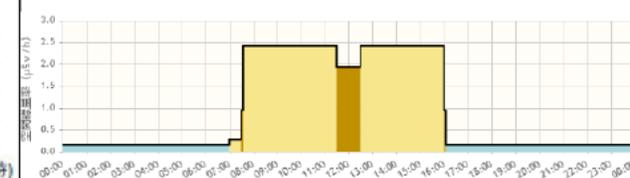
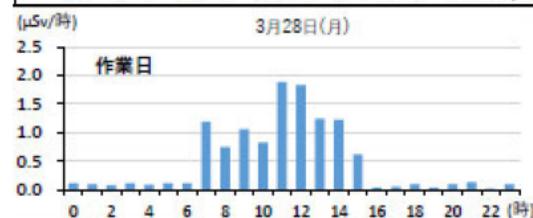
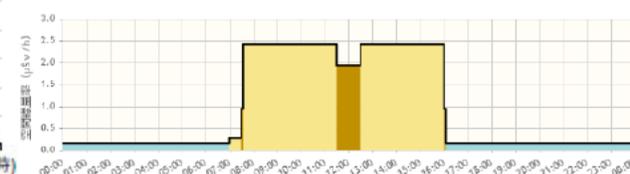
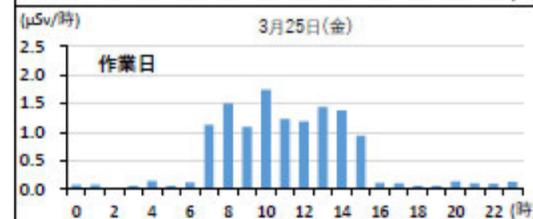
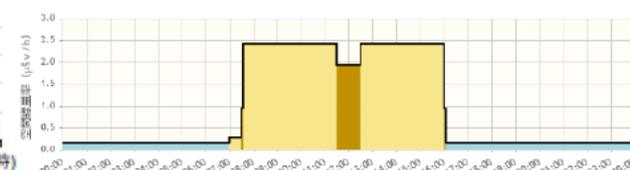
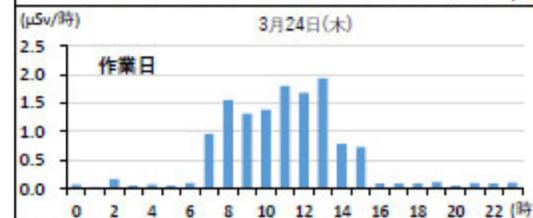
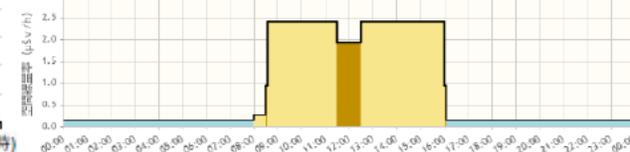
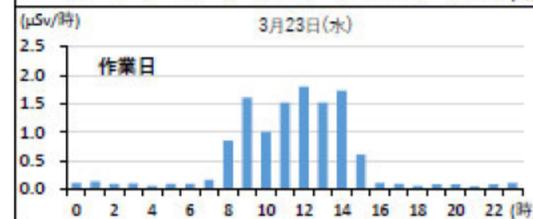
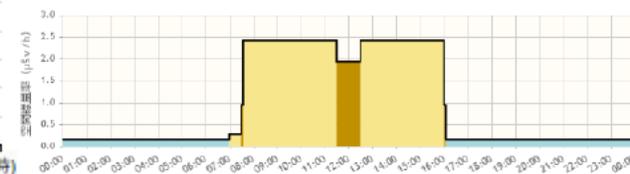
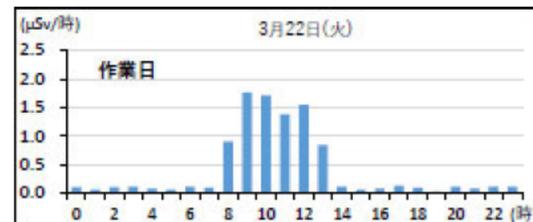
(作業時間外) D-シャトルは自宅(いわき市)に保管
シミュレーションでは原29-3に滞在すると仮定



原29-3(第二朝礼会場)

D-シャトル個人線量

シミュレーション空間線量率変化



測定日	Dシャトル 個人線量(μSv)	シミュレーション 実効線量(μSv)
3/22(火)	9.7	13.4
3/23(水)	12.2	12.1
3/24(木)	13.5	13.4
3/25(金)	13.0	13.4
3/28(月)	11.9	13.4
計	60.3	65.7

特定復興再生拠点における
被ばく線量評価結果について
(浪江町)

2022/8/25

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
福島研究開発部門

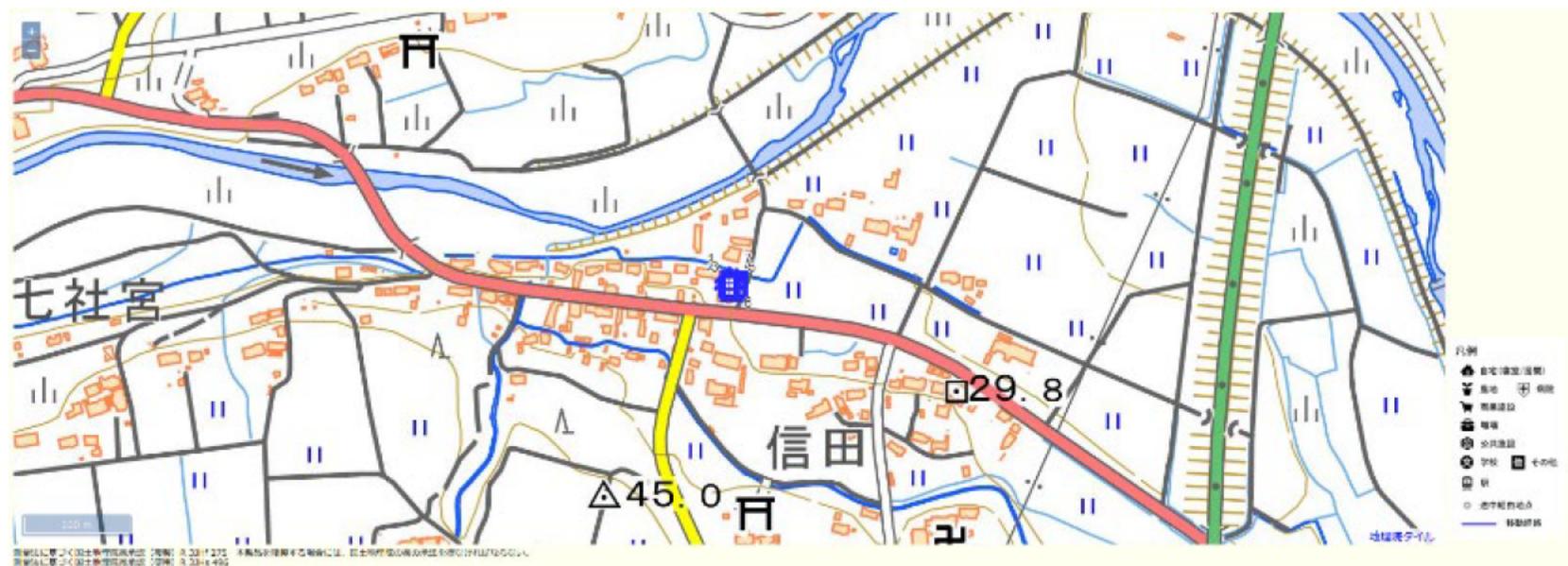
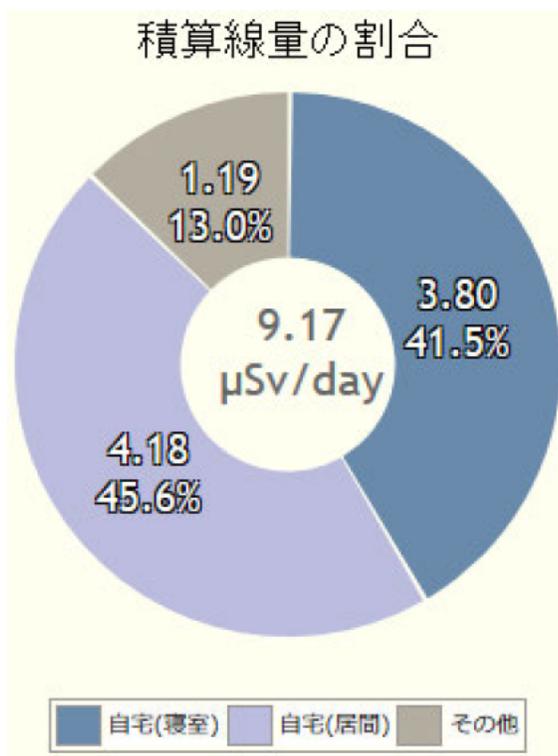
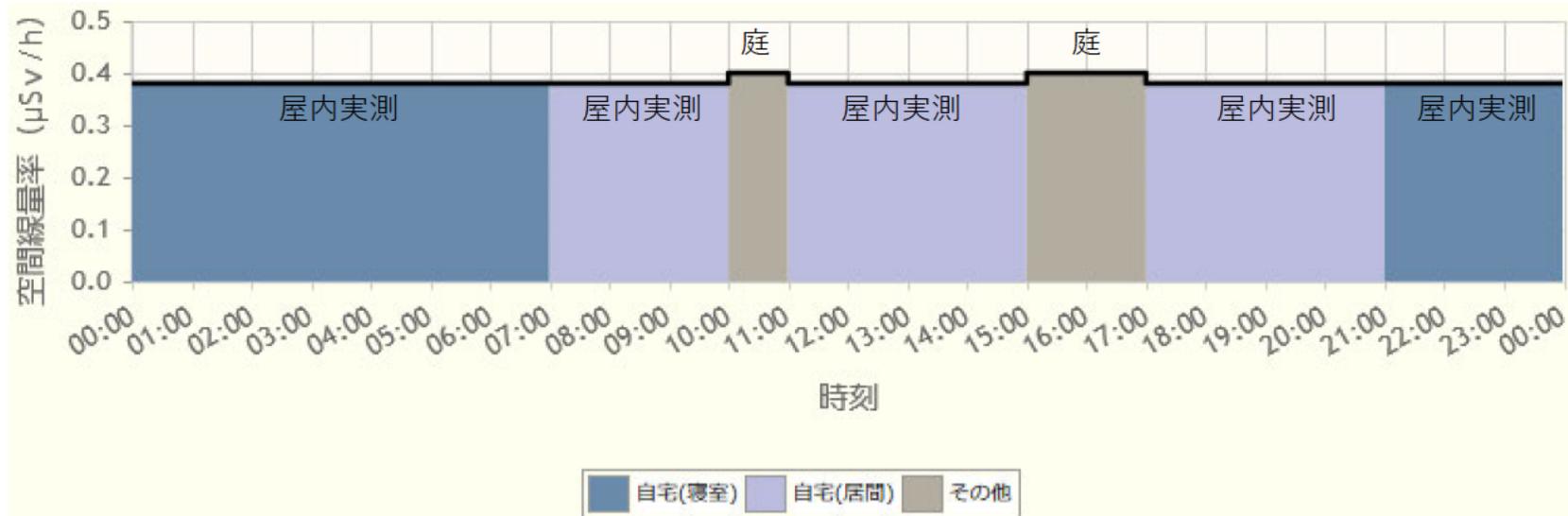
- 原子力規制庁からの委託事業「生活行動パターンを模擬した連続的な空間線量率の測定及び詳細モニタリング結果のマップ化」の一環として浪江町における特定復興再生拠点内の行動パターンを想定した被ばく線量評価を実施。
- 評価には、原子力規制庁の作成した日立ソリューションズ東日本社製ソフトウェアを使用。
- 屋内遮蔽係数、空間線量-実効線量換算係数、バックグラウンド線量率などのパラメータを設定し、実態に近い1日における被ばく線量を計算。
- 年間の被ばく線量は1日における追加被ばく線量を365日掛け算し算出（休日の行動パターンは設定せず）。
- 計算の結果、最大でも2.44 mSv/年と評価された。

☆設定したパターンと評価結果（年間線量は365日同様なパターンとして算出）

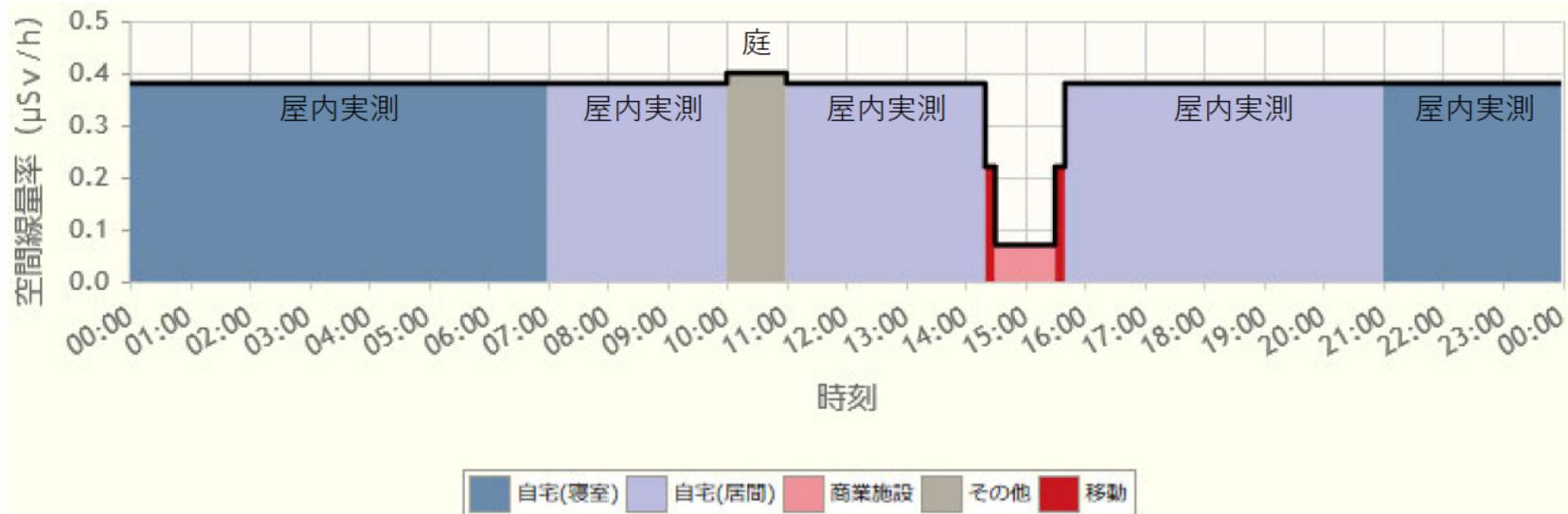
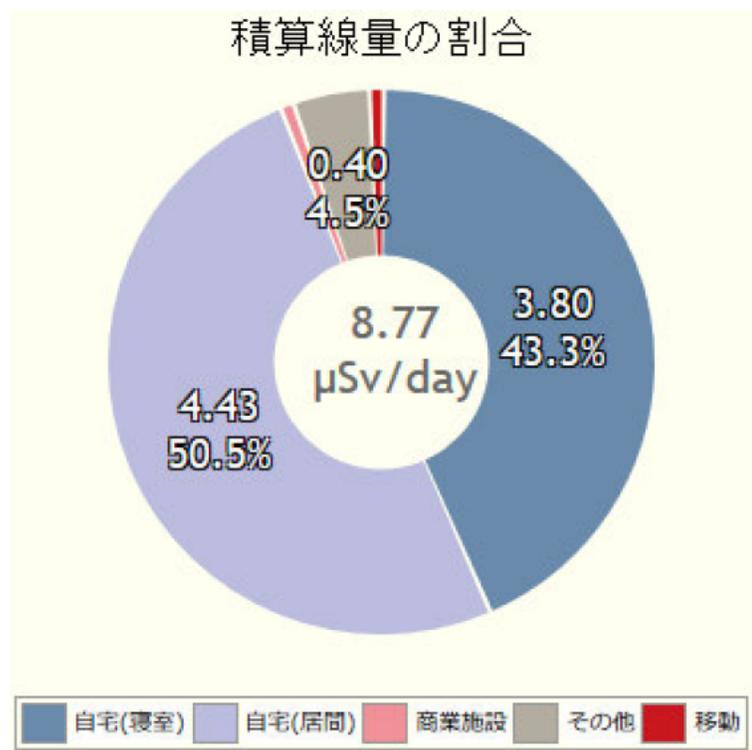
パターン	自宅	1日の被ばく線量 ($\mu\text{Sv/day}$)	年間の被ばく線量 (mSv/year)
①室原地区内で生活する	室原消防屯所 (屋内実測)	5.50	2.01
②室原地区から車で幾世橋へ買い物に行く		5.26	1.92
③室原地区内で農業に従事する		5.56	2.03
④末森地区内で生活する	末森集会所 (屋内推計)	4.28	1.56
⑤末森地区から車で幾世橋へ買い物に行く		3.79	1.38
⑥末森地区内で農業に従事する		5.37	1.96
⑦津島地区内で生活する	つしま活性化 センター (屋内実測)	4.20	1.53
⑧津島地区から車で幾世橋へ買い物に行く		3.63	1.33
⑨津島地区内で農業に従事する		6.70	2.44

※空間線量率には2021年度の地上測定結果を利用

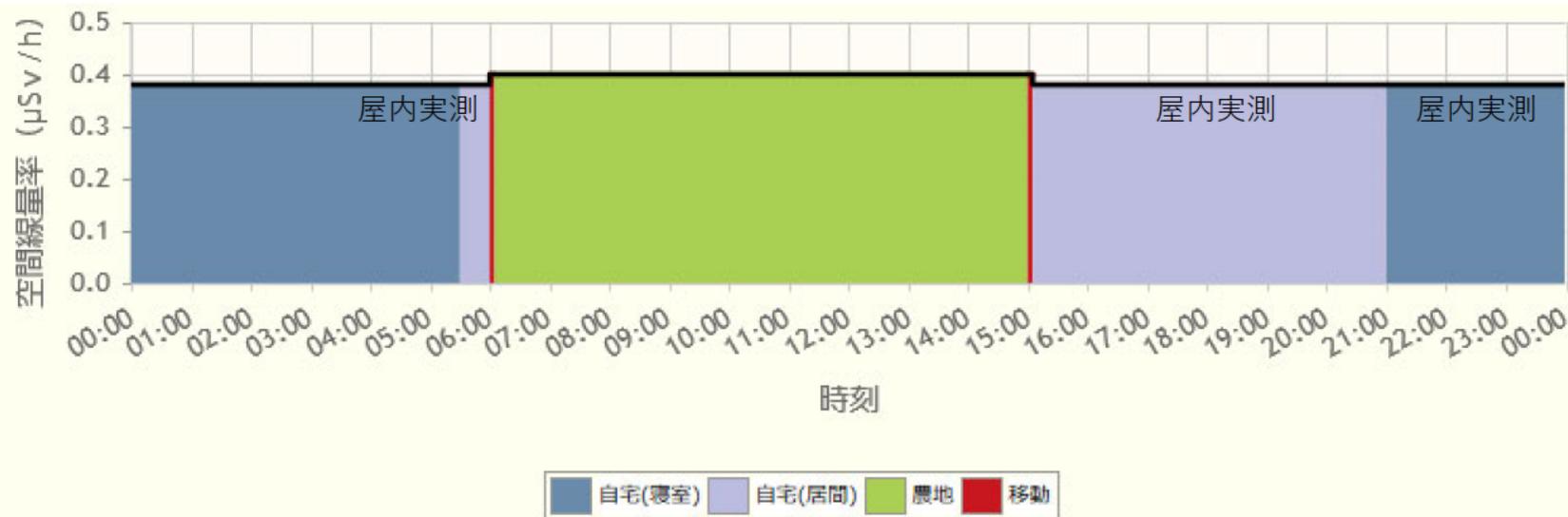
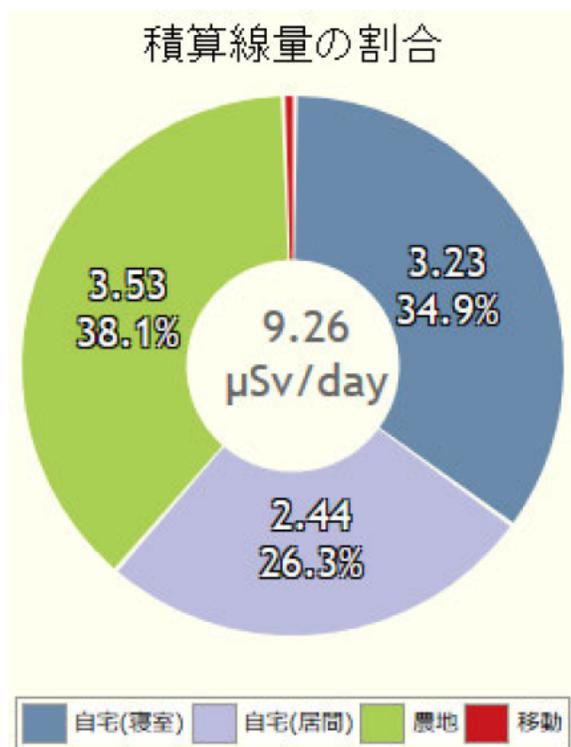
評価結果パターン①室原地区内で生活する ※室原消防屯所を自宅として設定



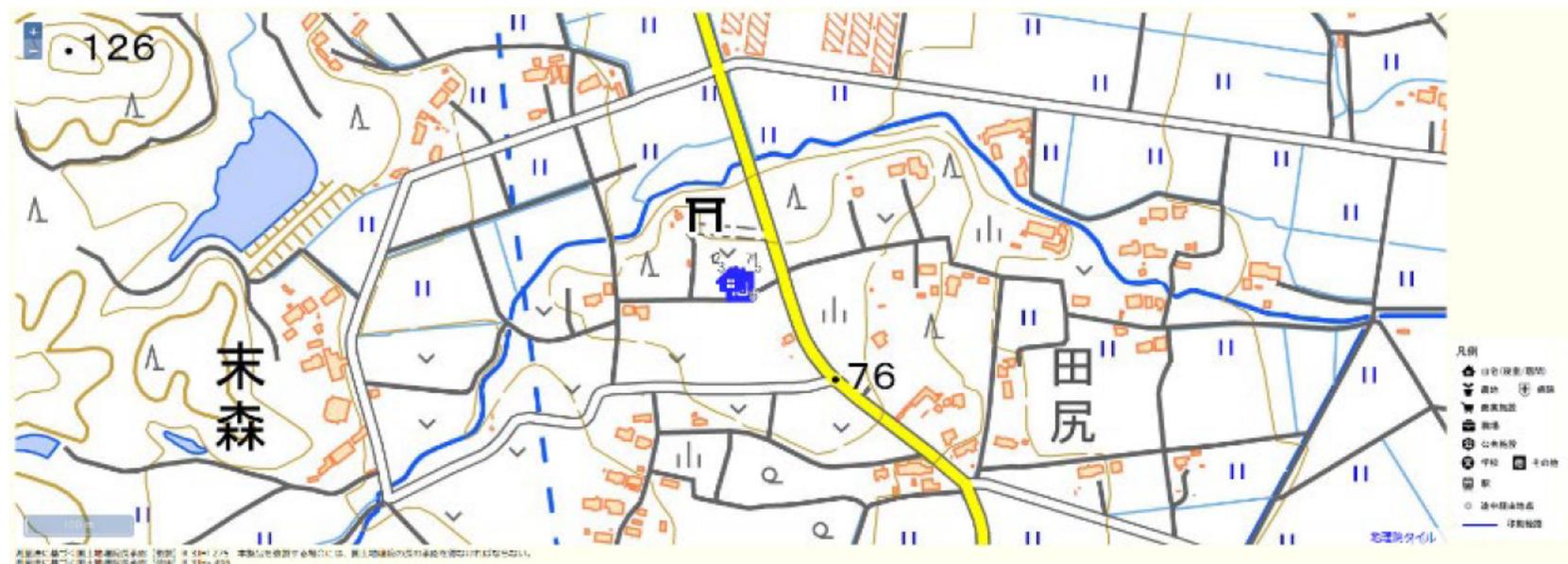
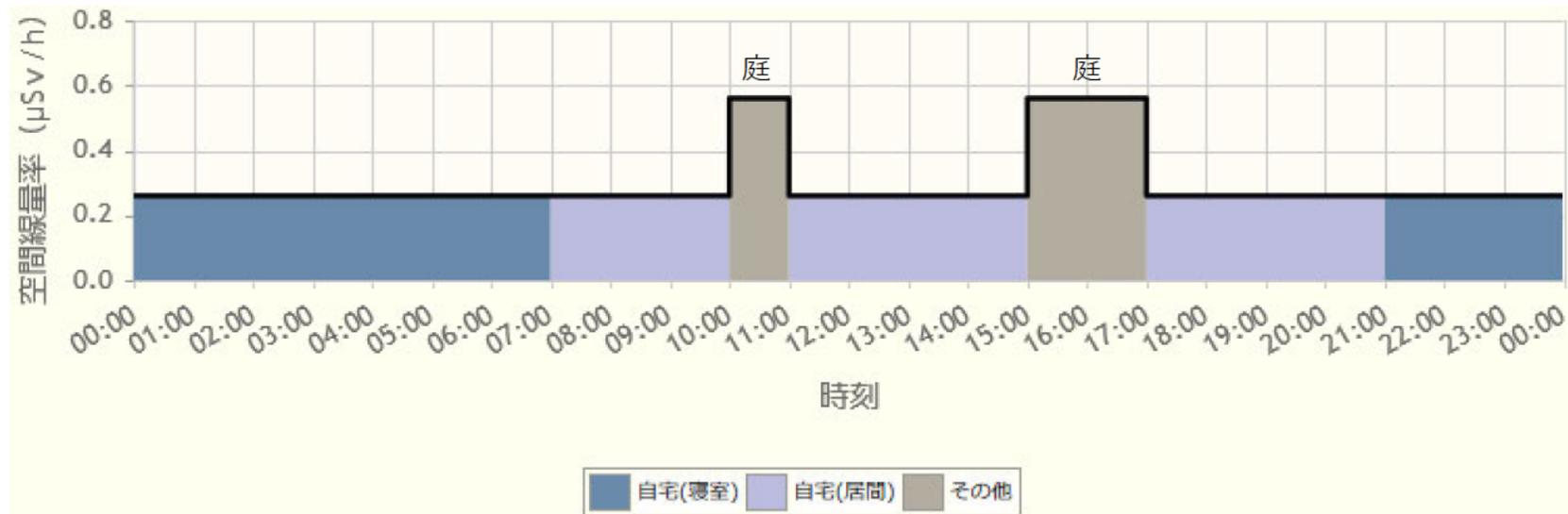
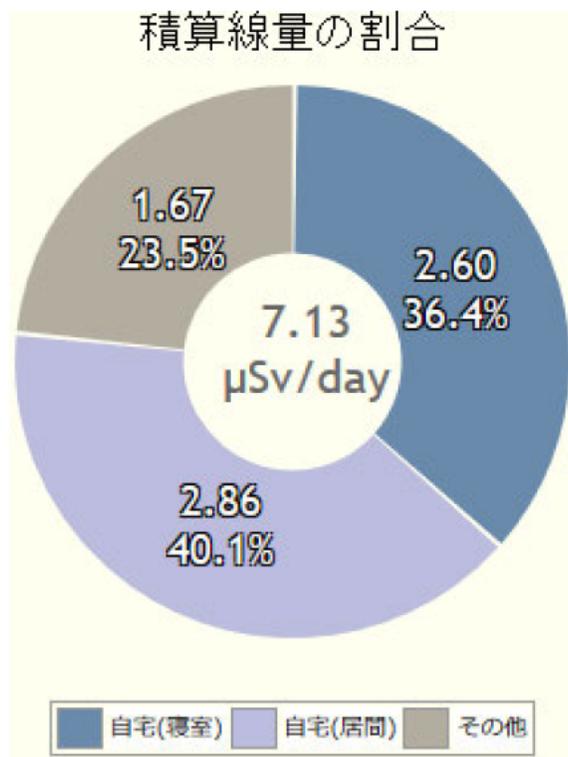
評価結果パターン②室原地区から車で幾世橋へ買い物に行く ※室原消防屯所を自宅として設定



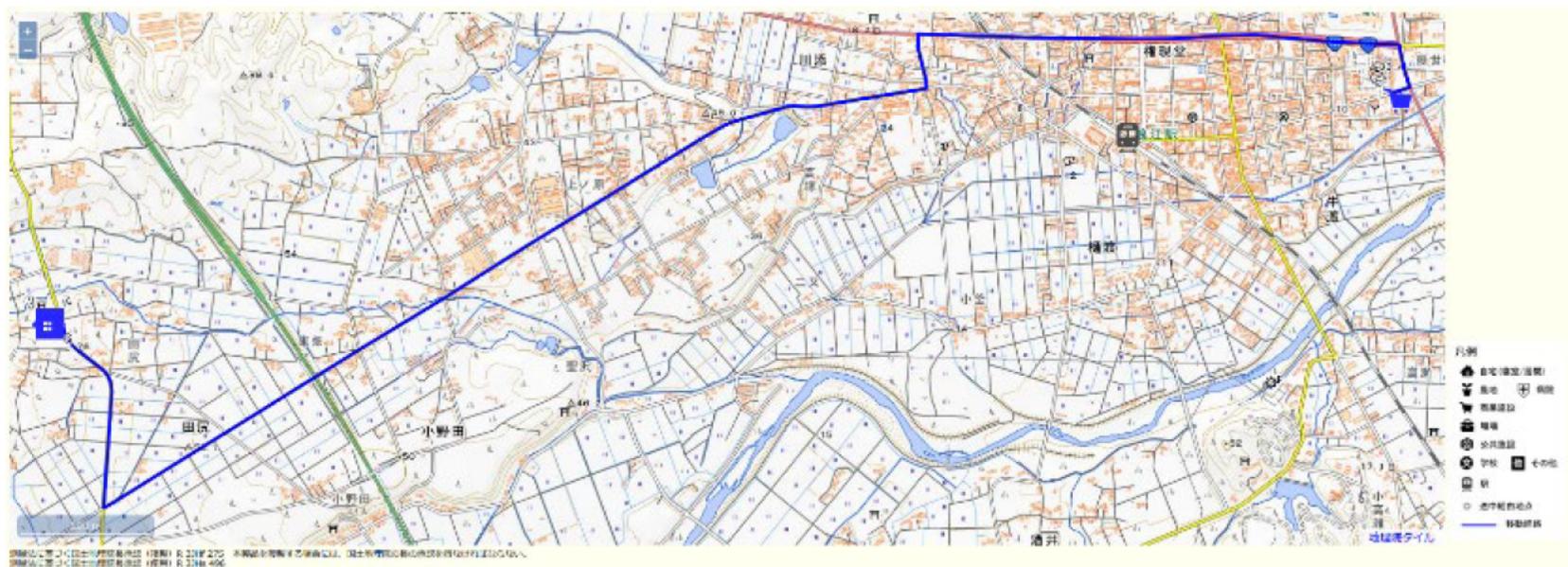
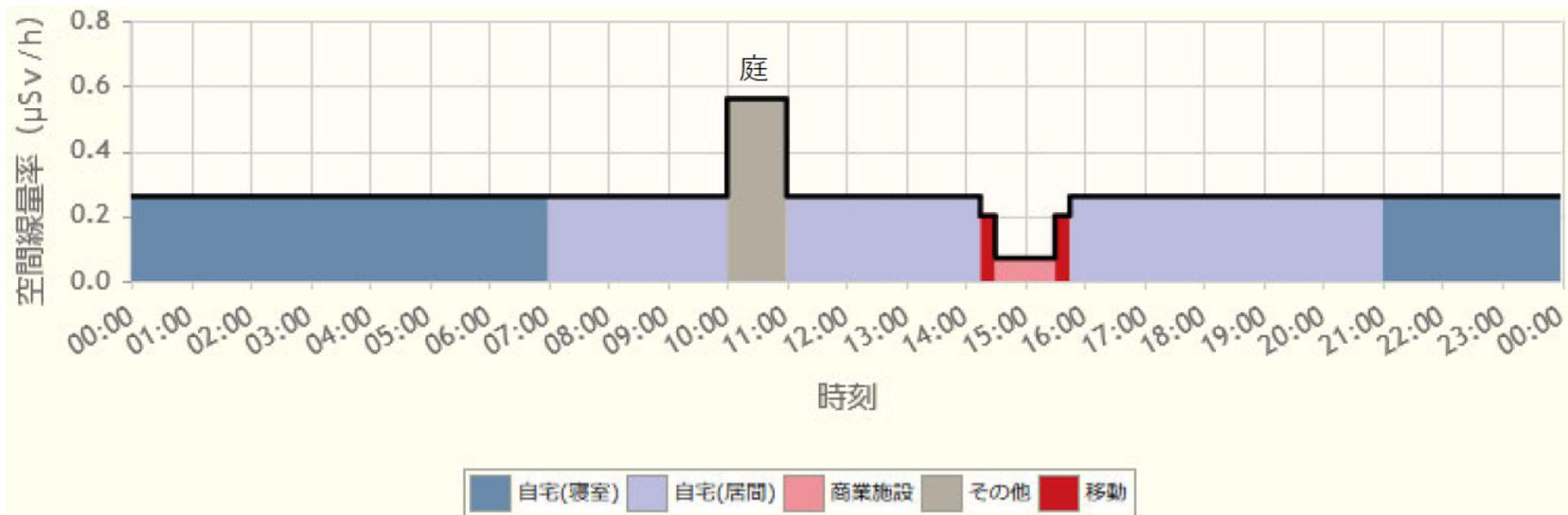
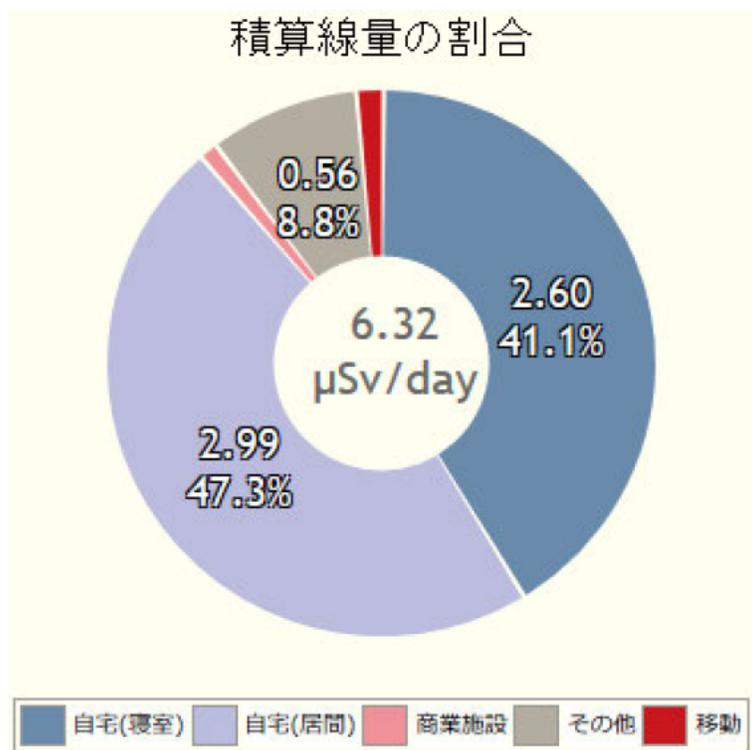
評価結果パターン③室原地区内で農業に従事する ※室原消防屯所を自宅として設定



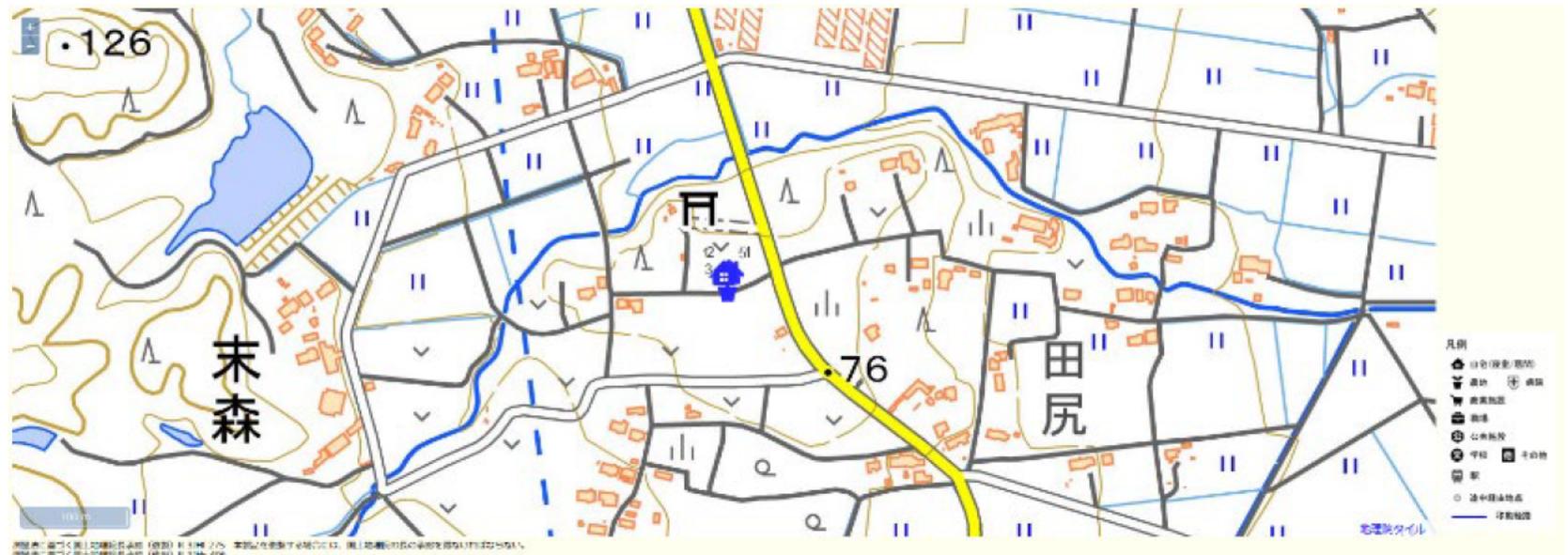
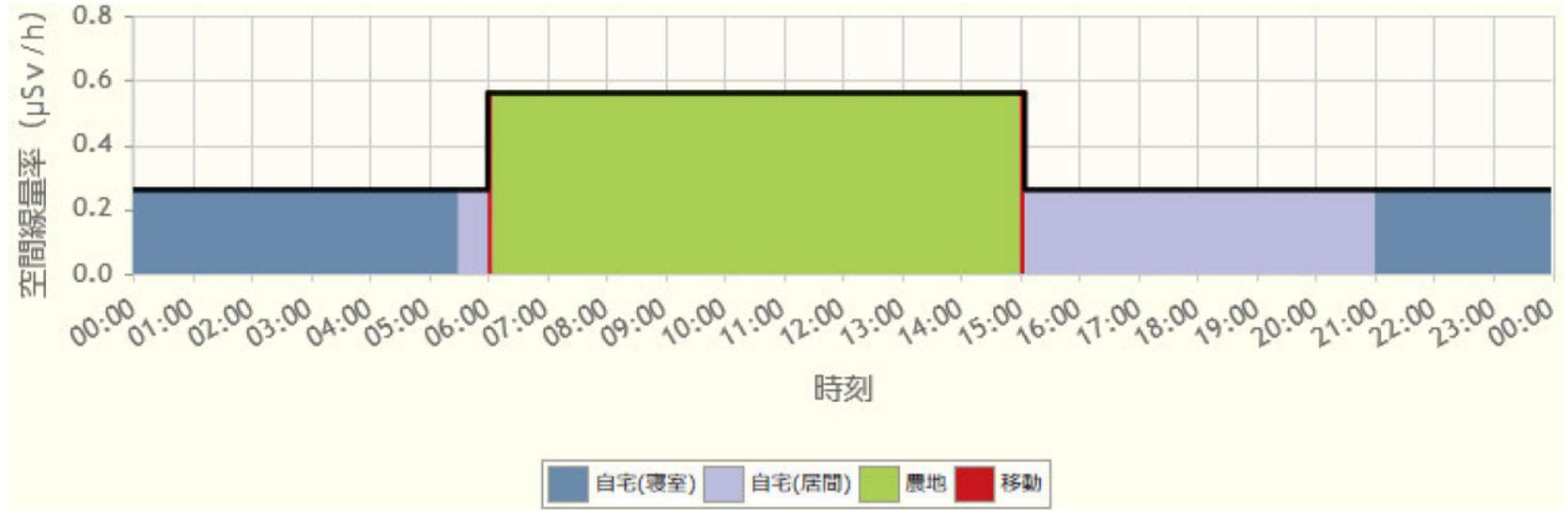
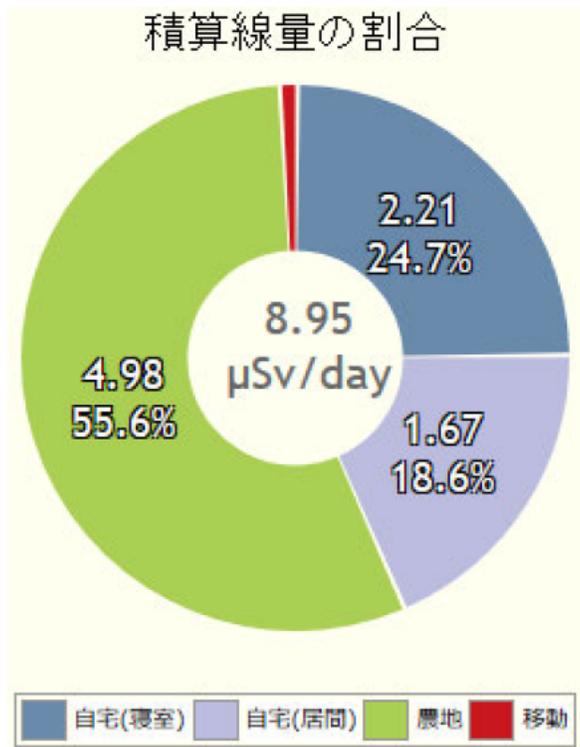
評価結果パターン④末森地区内で生活する ※末森集会所を自宅として設定



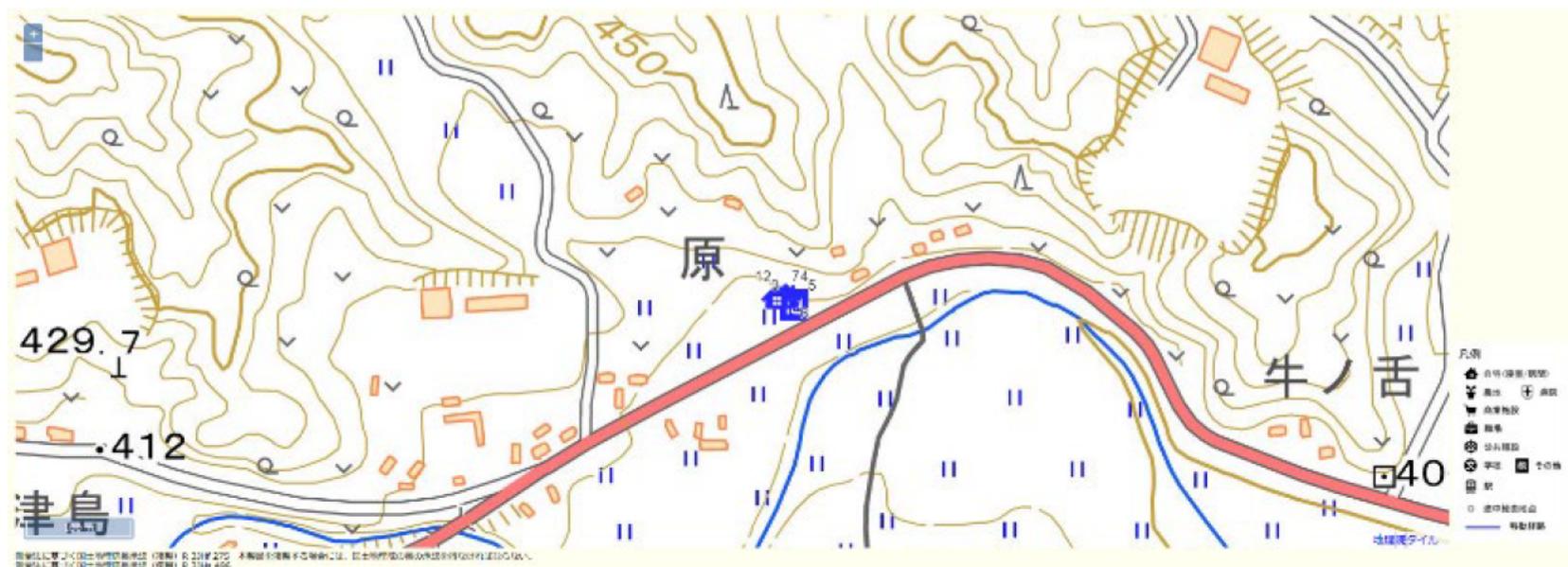
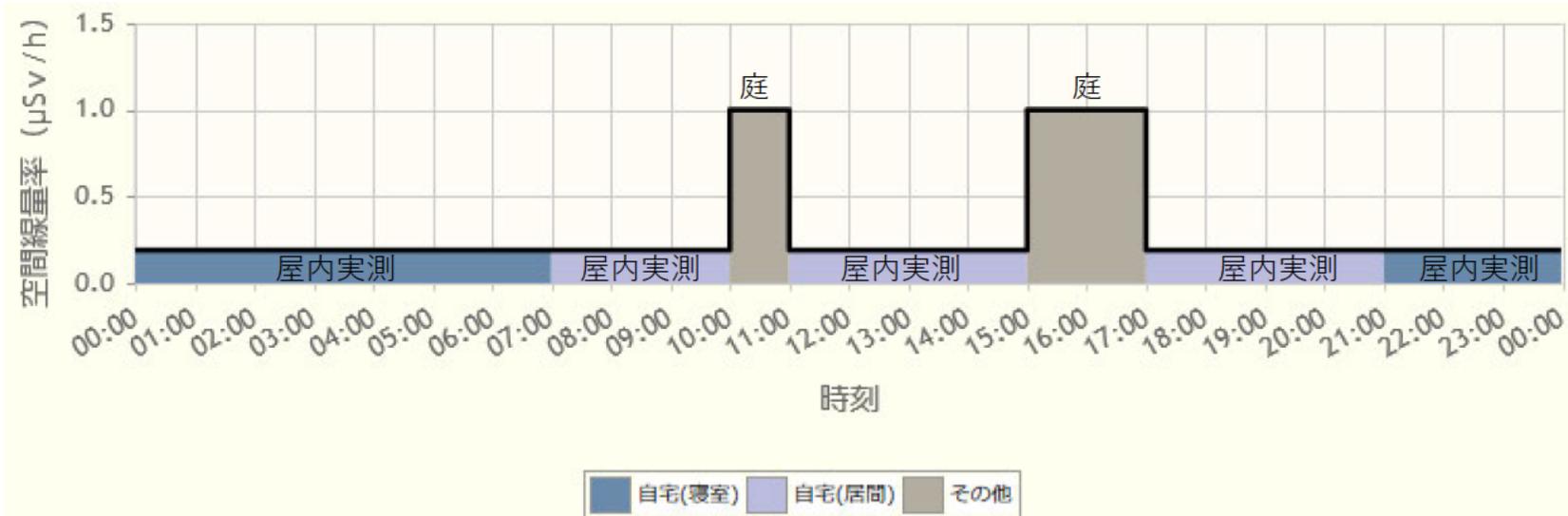
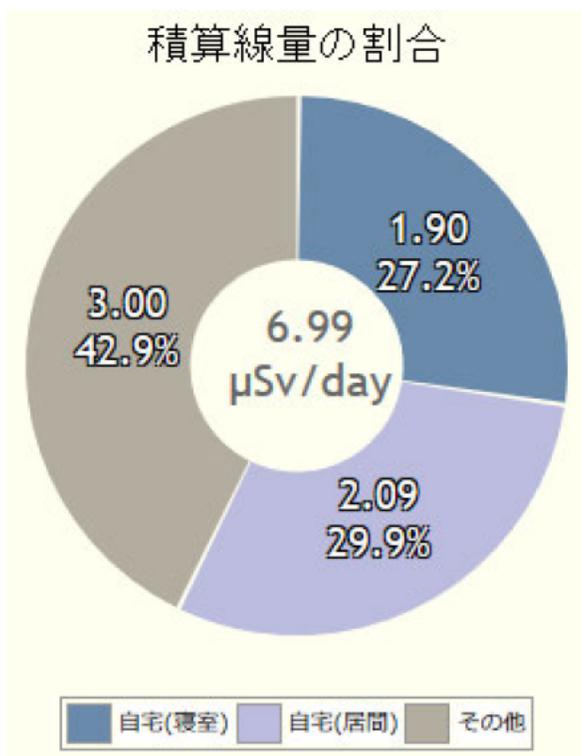
評価結果パターン⑤末森地区から車で幾世橋へ買い物に行く ※末森集会所を自宅として設定



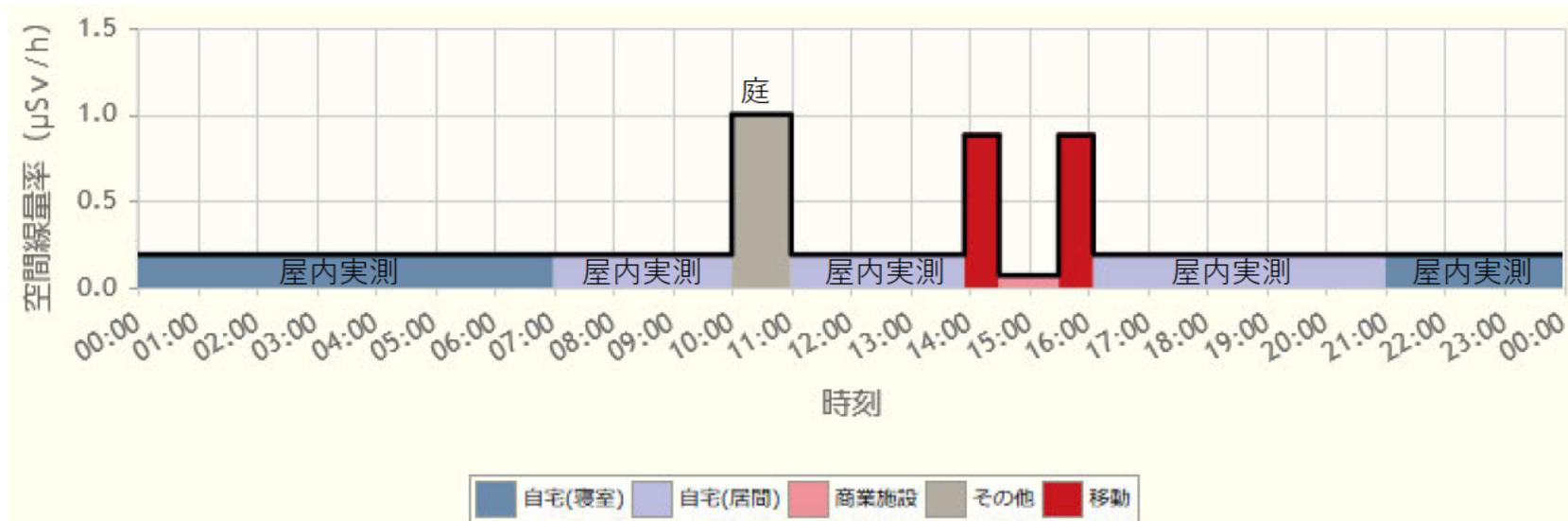
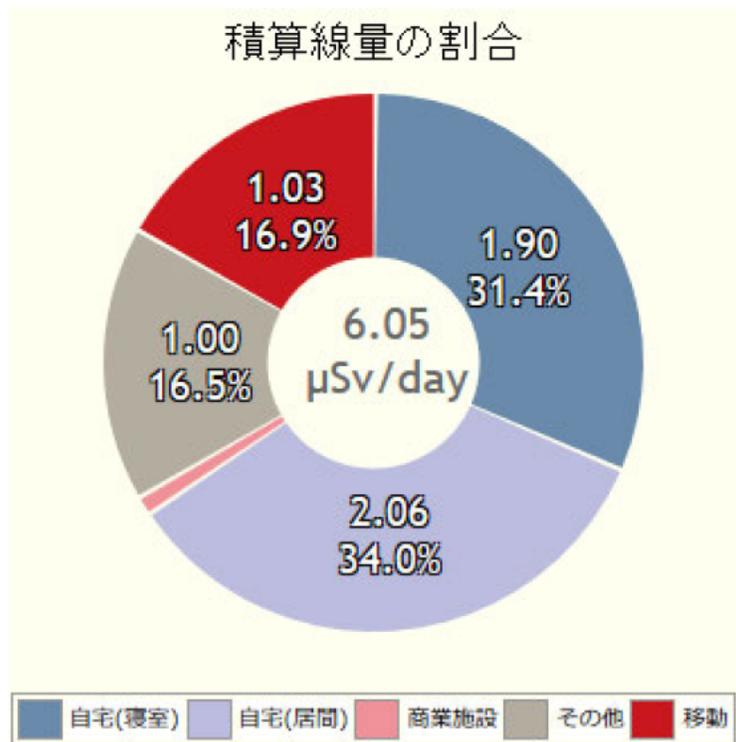
評価結果パターン⑥末森地区内で農業に従事する ※末森集会所を自宅として設定



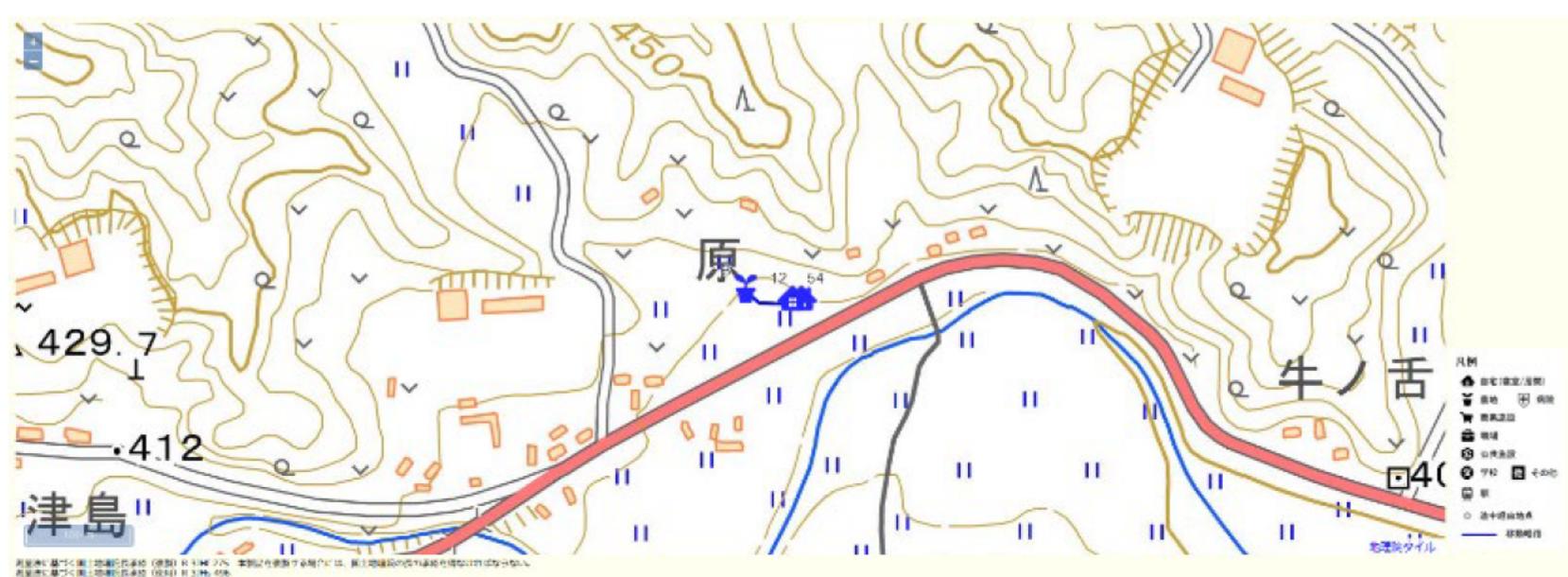
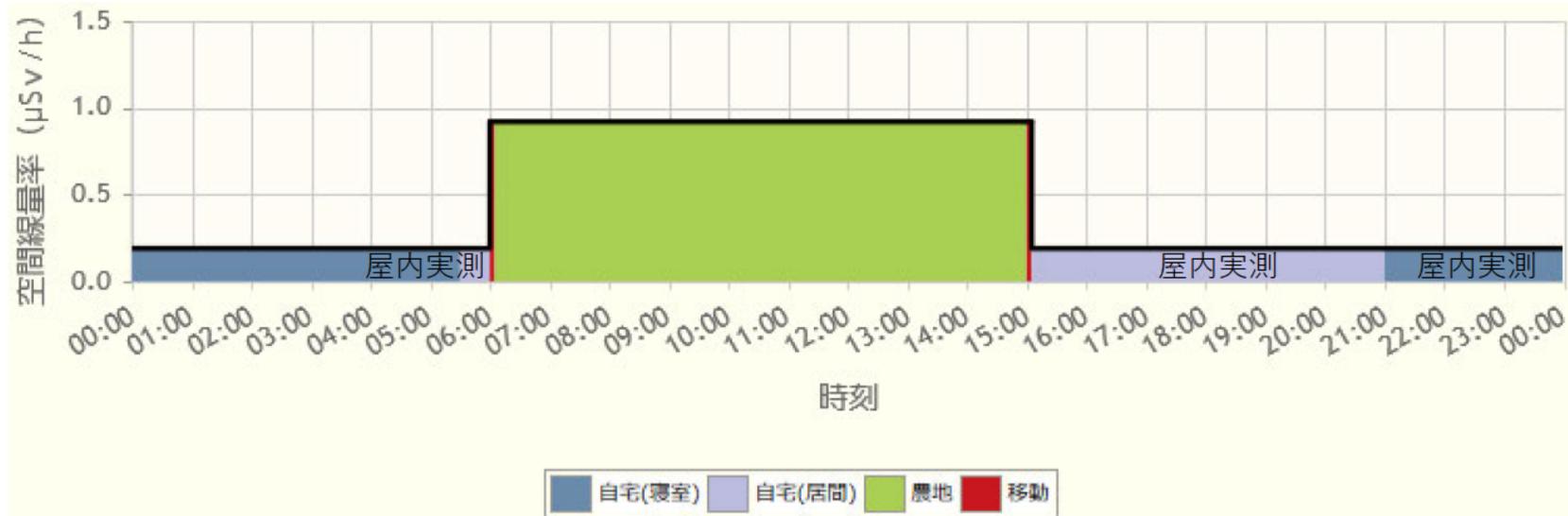
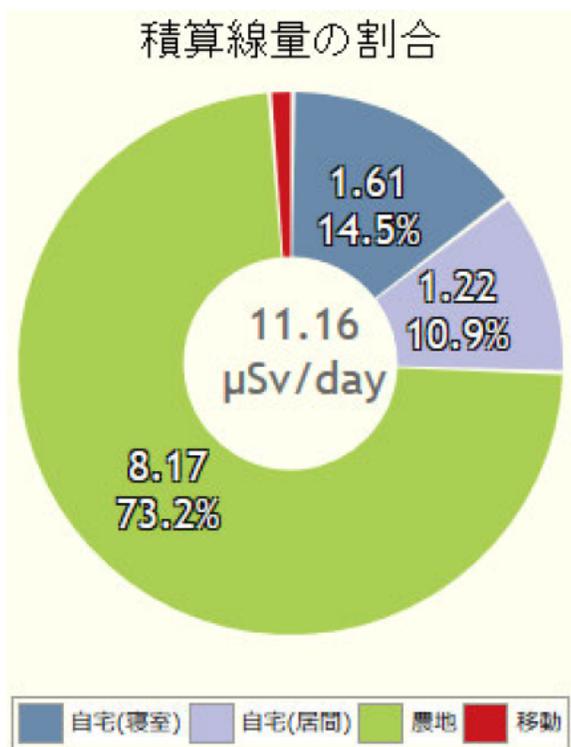
評価結果パターン⑦津島地区内で生活する ※つしま活性化センターを自宅として設定



評価結果パターン⑧津島地区から車で幾世橋へ買い物に行く ※つしま活性化センターを自宅として設定



評価結果パターン⑨津島地区内で農業に従事する ※つしま活性化センターを自宅として設定





浪江町大堀地区でのD-シヤトル測定結果と 被ばく評価結果について

2022/11/1

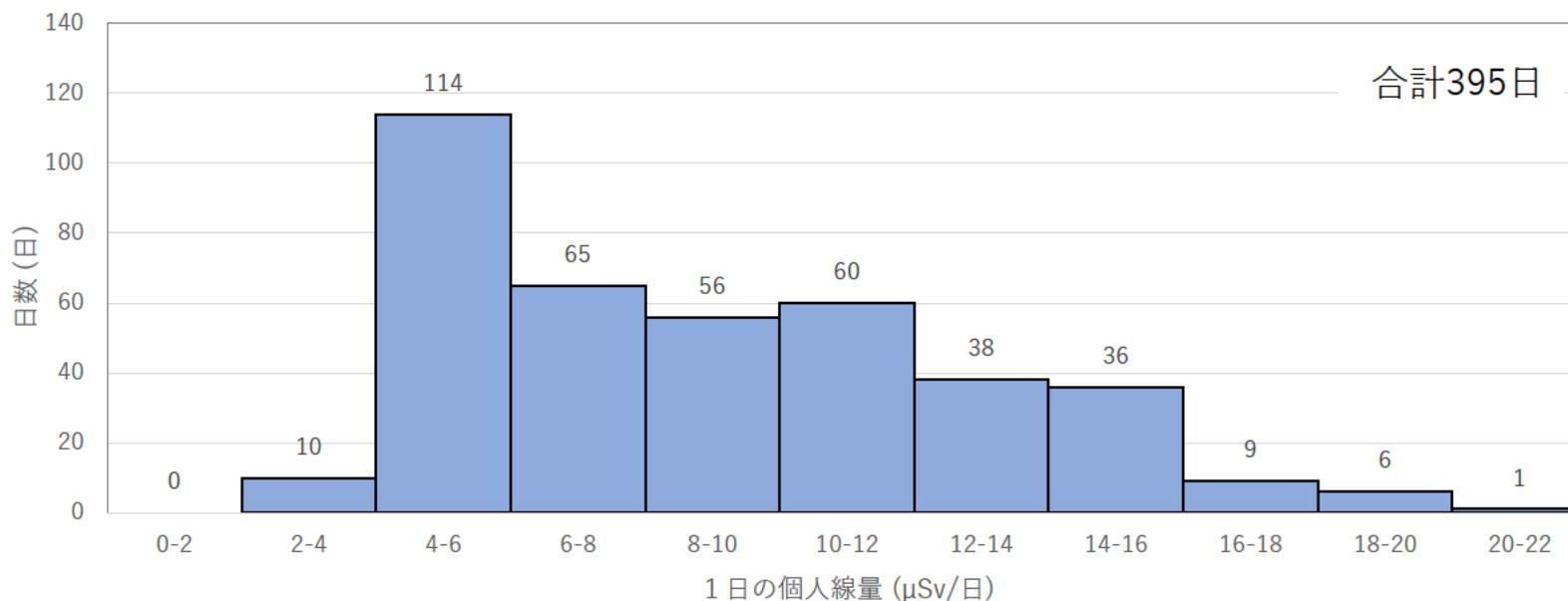
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
廃炉環境国際共同研究センター

- 大堀地区内で活動する作業員に対し、2022年7月8日(金)～10月5日(水)の間の作業日において、D-シャトルを携行し、併せて行動記録表を記載していただいた。
- D-シャトルは作業中は常時首から下げ、朝夕の作業時間外は職場又は自宅で保管した。
- 合計で395日分のデータが得られた。
- 各D-シャトルから1日の個人線量が高い2日間の行動パターンを作成し、2022年度の最新測定による空間線量率マップを基に被ばく線量評価を実施した。

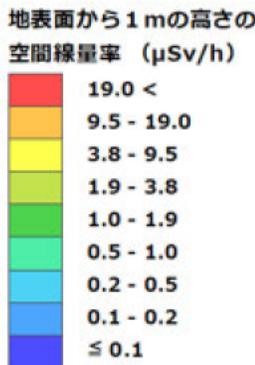
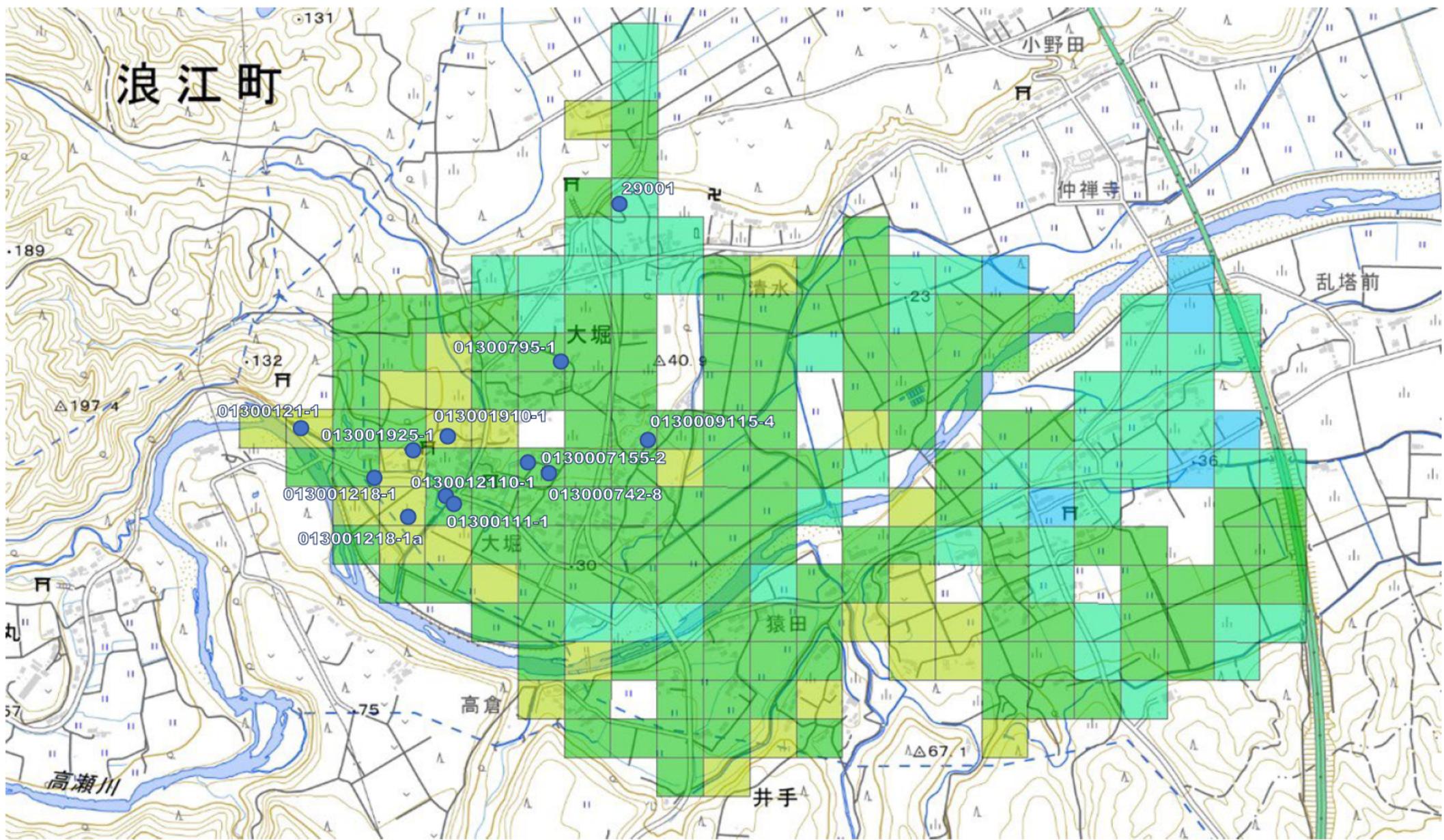


(株)千代田テクノロ
D-シャトル

1日ごとの個人線量のヒストグラム

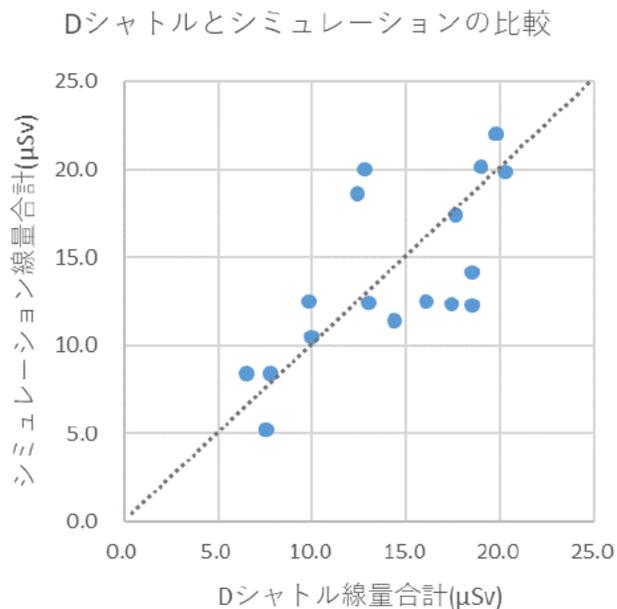


- 外部被ばく線量評価（シミュレーション）には以下の条件を用いた。
 - 外部被ばく線量は、各地点の空間線量率に滞在時間をかけ積算した空間線量に0.6（成人の係数）を乗じて実効線量として算出した。
 - 屋外の空間線量率には、以下の測定結果のうち対象地点にデータがあり優先度の高いものを用いた。対象地点にいずれのデータもない場合は最も近いデータを用いた。
 - ① 2022年10月に浪江町大堀地区で測定した結果
 - ② 2021年に歩行サーベイ・走行サーベイ・航空機モニタリングにより測定した線量を歩行サーベイ相当に統合した結果
 ※いずれも原子力規制庁受託事業として国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が測定した結果
 - 屋内における空間線量率には、屋外の空間線量率からバックグラウンド空間線量率を差し引いた数値に屋内外低減係数0.4を乗じてバックグラウンド空間線量率を足し戻した値を用いた。
 - バックグラウンド空間線量率には、浪江町の平均値として $0.06 \mu\text{Sv/h}$ を用いた。
 - 車内の空間線量率には、屋外の空間線量率に車両の低減係数0.8を乗じた値を用いた。
- 行動記録表から行動パターンを作成する際は以下の条件を用いた。
 - 作業時間外の行動記録はないため、1日の被ばく線量の算出にあたっては、開始終了地点の滞在時間を延長してパターンを作成した。
 - 現場作業前後の移動はGoogle Earthで検索し、ルートを設定した。



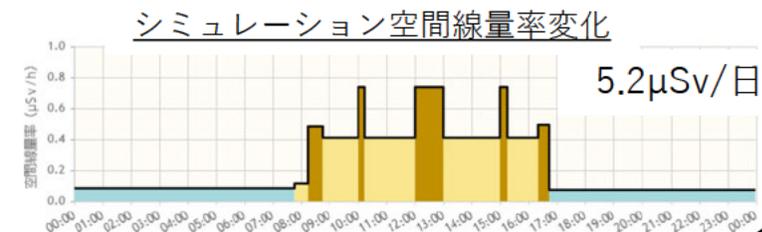
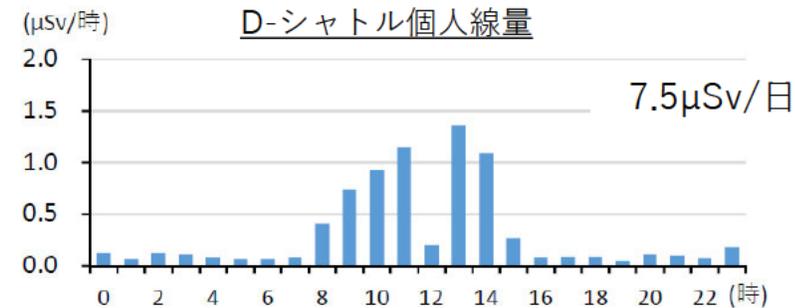
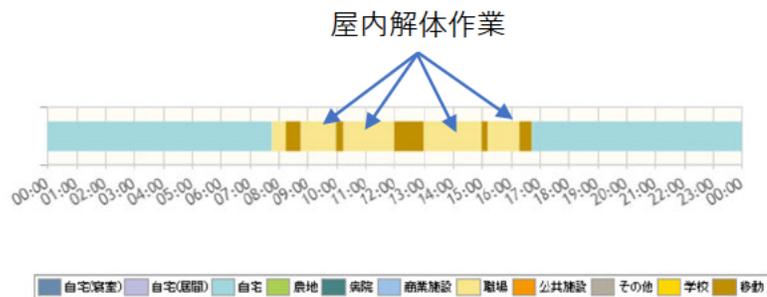
- D-シャトル毎の個人線量は最大で20.3 μ Sv/日で、1年間の被ばく線量に換算すると7.41mSv/年となる（自然放射線含む）。
- D-シャトル個人線量とシミュレーション実効線量は同様の傾向を示した。作業時間外でのD-シャトル保管場所が不明のため、作業時間外線量評価結果に起因する誤差があると考えられる。

No	パターン概要	管理番号	Dシャトル	作業日	大堀作業場所	Dシャトル 線量合計(μ Sv)	シミュレーション 線量合計(μ Sv)
No.01-1	解体撤去工事（屋内）	1910	6B02490	2022/9/9	29001	7.5	5.2
No.01-2	解体撤去工事（屋外）	1910	6B02490	2022/7/15	29001	6.5	8.4
No.02-1	解体撤去工事（屋外）	1911	6B02491	2022/8/1	29001	7.8	8.4
No.02-2	解体撤去工事（屋内）	1911	6B02491	2022/9/9	29001	7.6	5.2
No.03-1	住宅除染（屋外）	1912	6B02492	2022/9/30	013001925-1	17.6	17.4
No.03-2	住宅除染（屋外）	1912	6B02492	2022/8/23	0130007155-2	16.1	12.5
No.04-1	農地除染（屋外/車内）	1913	6B02493	2022/8/10	013001218-1a	12.8	20.0
No.04-2	農地除染（車内）	1913	6B02493	2022/9/12	01300121-1	12.4	18.7
No.05-1	住宅除染（屋外）	1914	6B02494	2022/8/26	0130009115-4	14.4	11.5
No.05-2	住宅除染（屋外）	1914	6B02494	2022/7/21	013000795-1	13.0	12.4
No.06-1	住宅除染（屋外）	1915	6B02495	2022/9/16	013001910-1	20.3	19.9
No.06-2	住宅除染（屋外）	1915	6B02495	2022/9/13	013001910-1	19.0	20.2
No.07-1	住宅除染（屋外/車内）	2481	6H01185	2022/7/25	013000795-1	10.0	10.5
No.07-2	住宅除染（屋外）	2481	6H01185	2022/9/9	013000742-8	9.8	12.5
No.08-1	住宅除染（屋外）	2482	6H01186	2022/8/26	0130012110-1	18.5	12.3
No.08-2	住宅除染（屋外）	2482	6H01186	2022/9/19	01300111-1	17.4	12.3
No.10-1	農地除染（屋外）	2484	6H01188	2022/9/12	01300121-1	19.8	22.0
No.10-2	農地除染（屋外）	2484	6H01188	2022/8/6	013001218-1	18.5	14.1



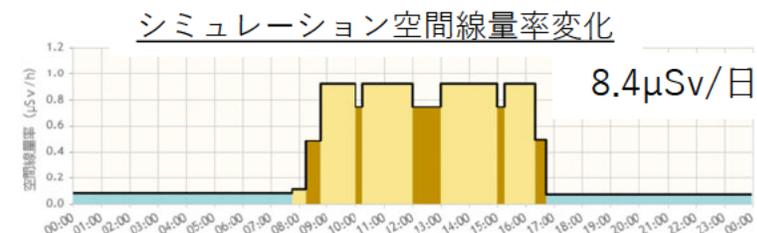
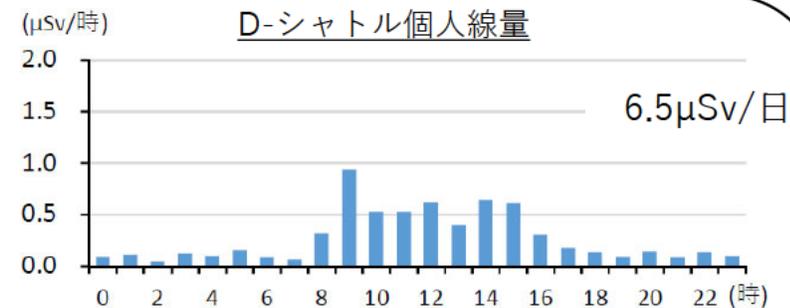
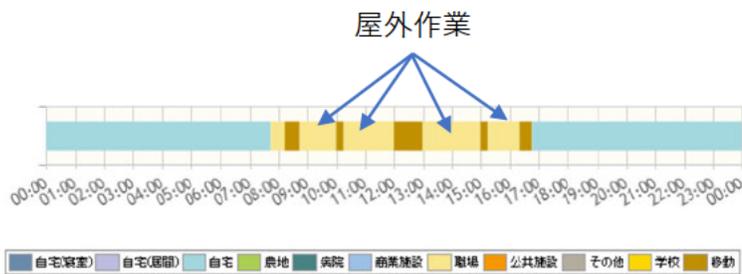
【 No.01-1解体撤去工事（屋内） 】

行動と地点経路



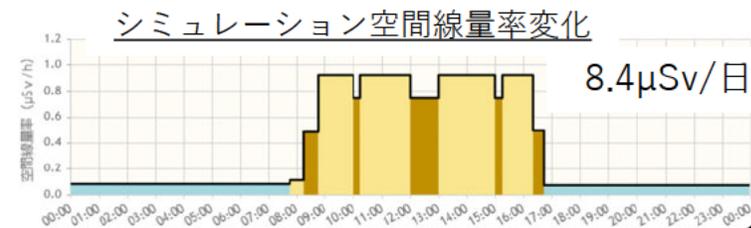
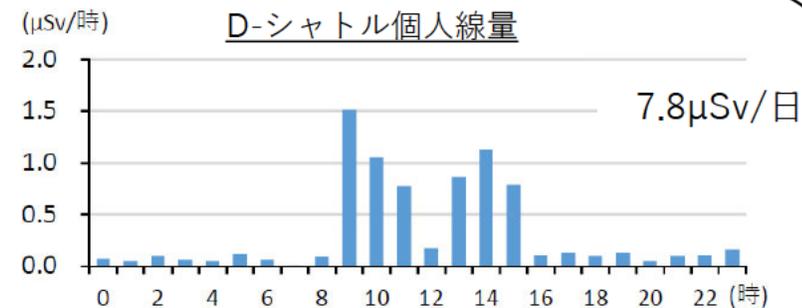
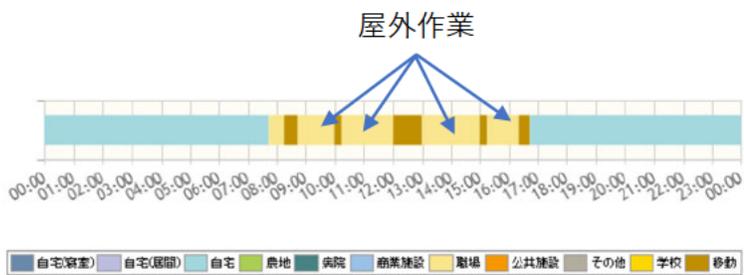
【 No.01-2解体撤去工事（屋外） 】

行動と地点経路



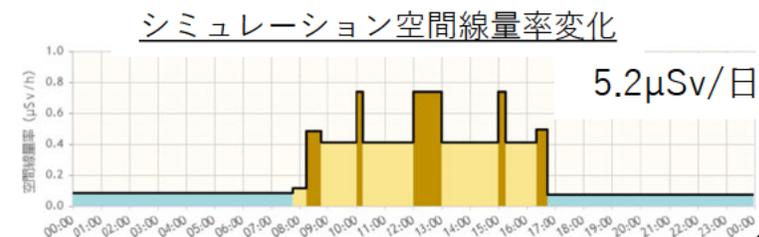
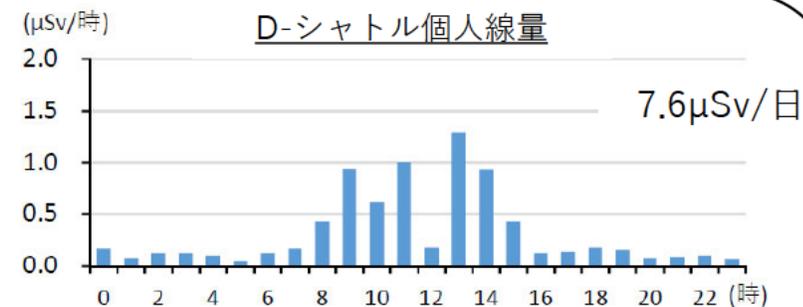
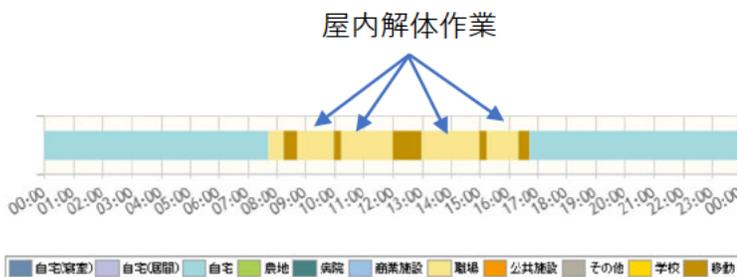
【 No.02-1解体撤去工事（屋外） 】

行動と地点経路



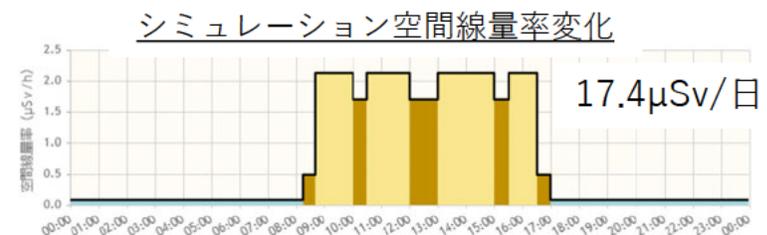
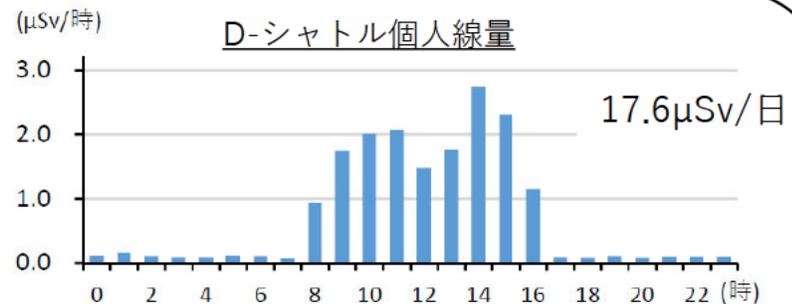
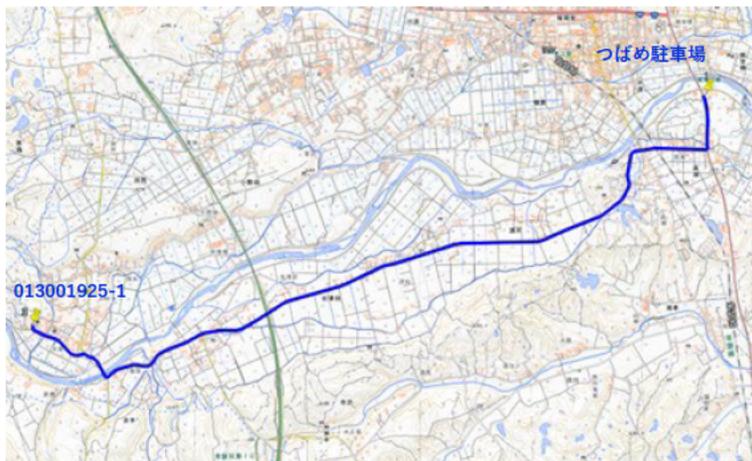
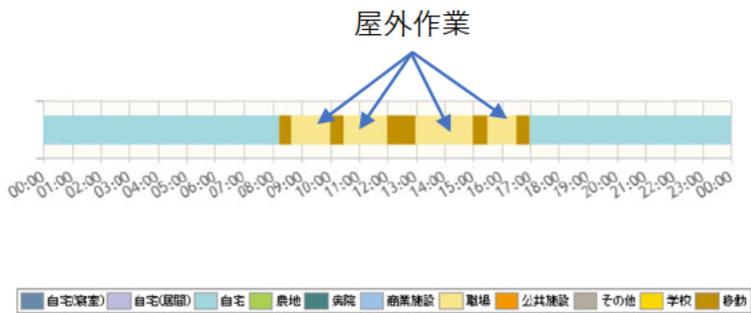
【 No.02-2解体撤去工事（屋内） 】

行動と地点経路



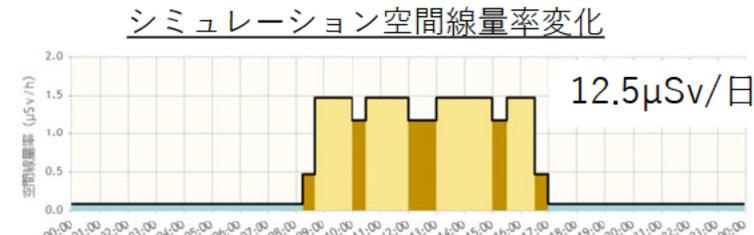
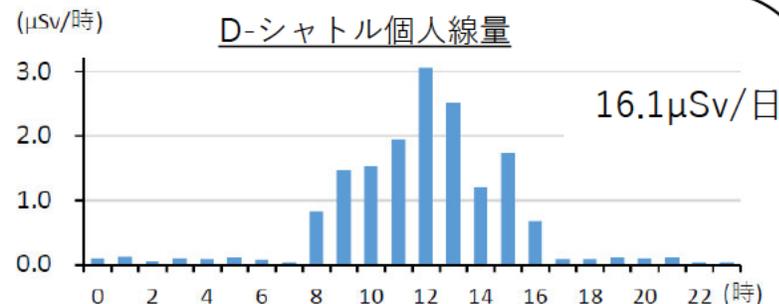
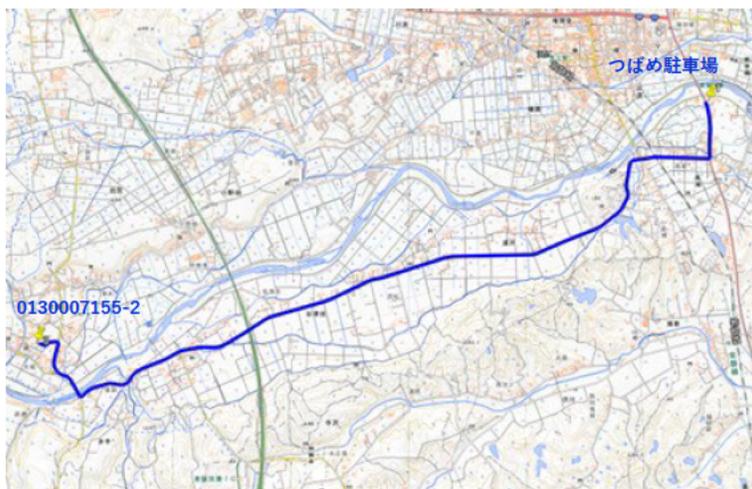
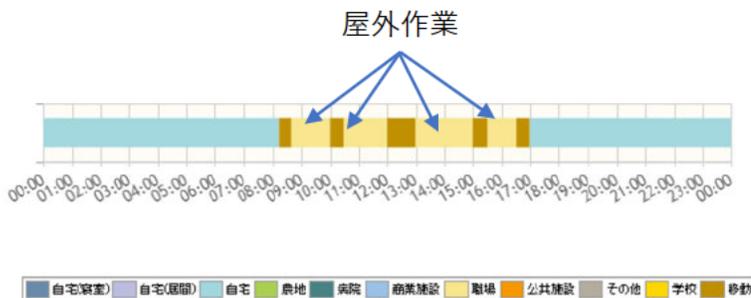
【 No.03-1住宅除染（屋外） 】

行動と地点経路



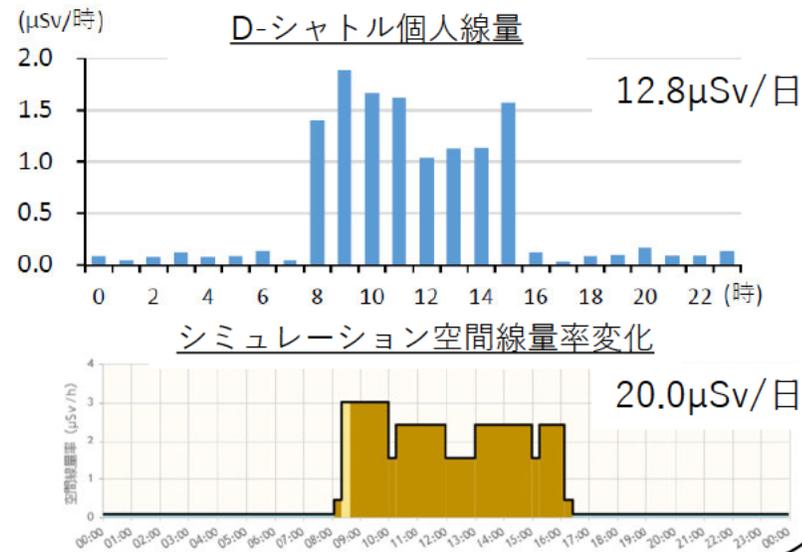
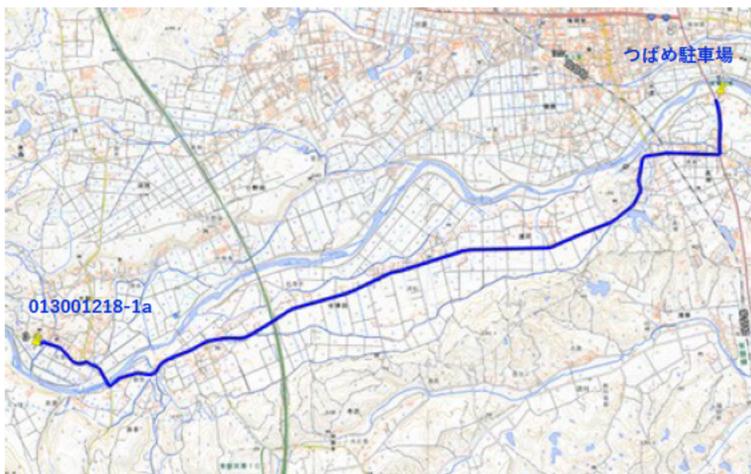
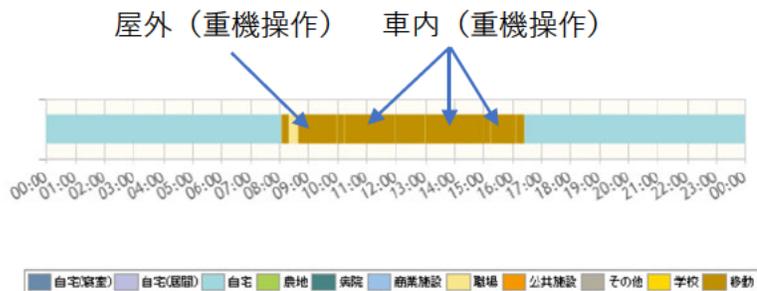
【 No.03-2住宅除染（屋外） 】

行動と地点経路



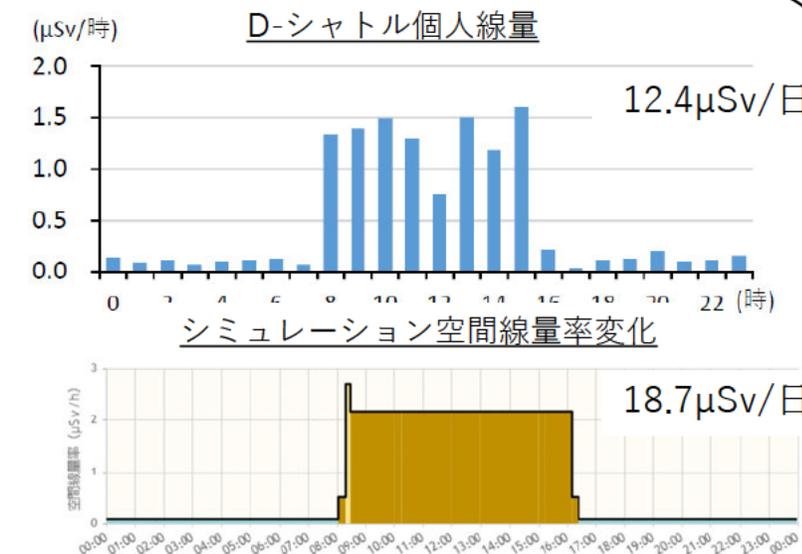
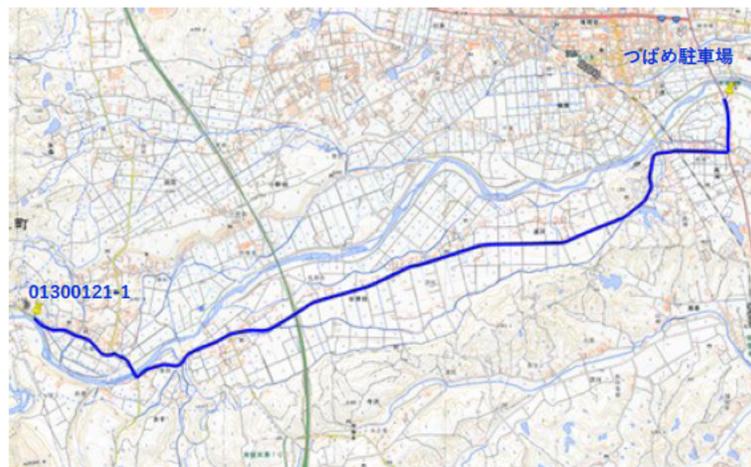
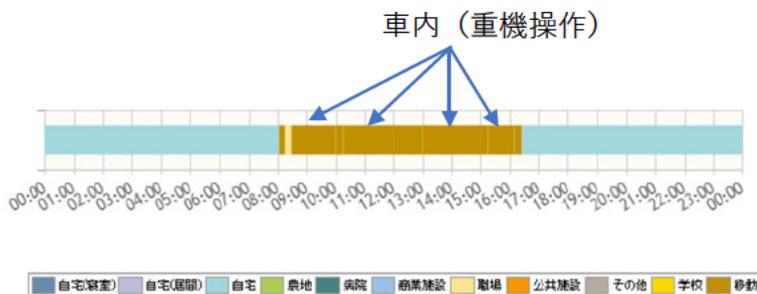
【 No.04-1農地除染（屋外/車内） 】

行動と地点経路



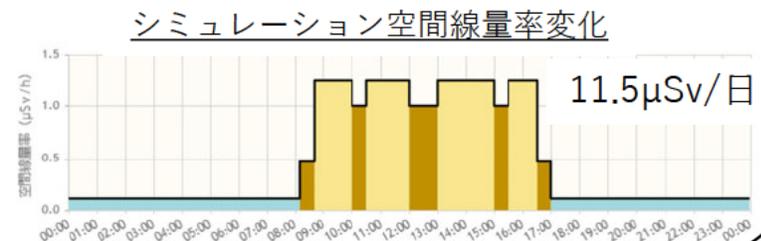
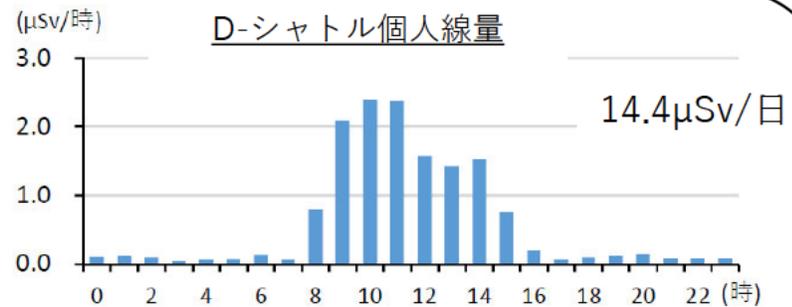
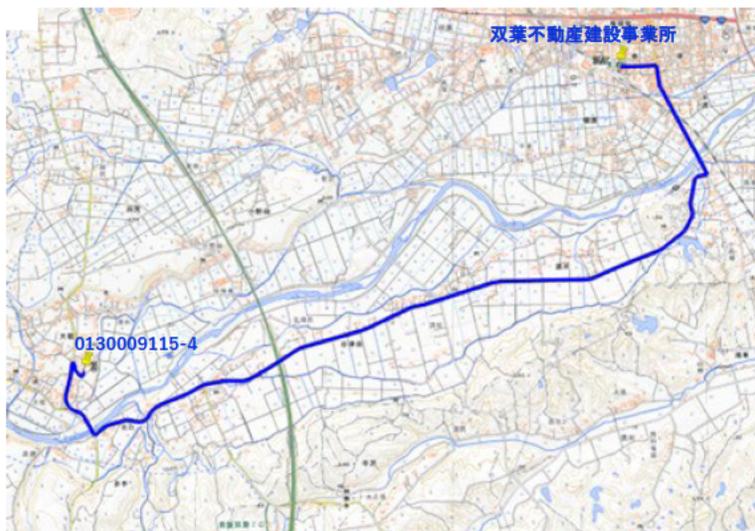
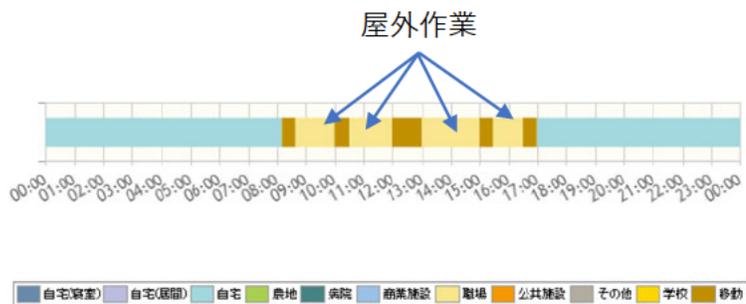
【 No.04-2農地除染（車内） 】

行動と地点経路



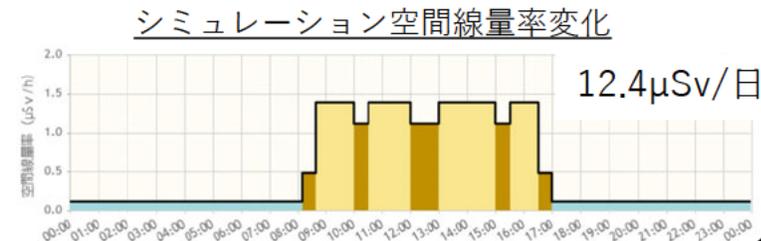
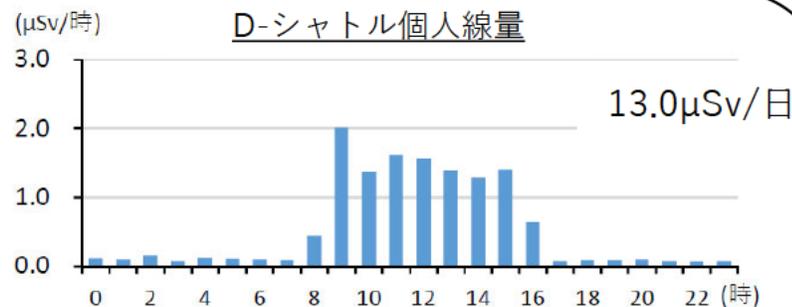
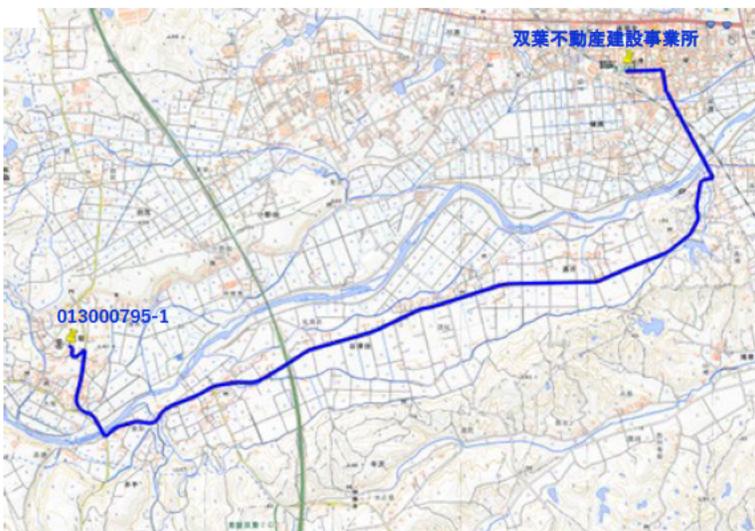
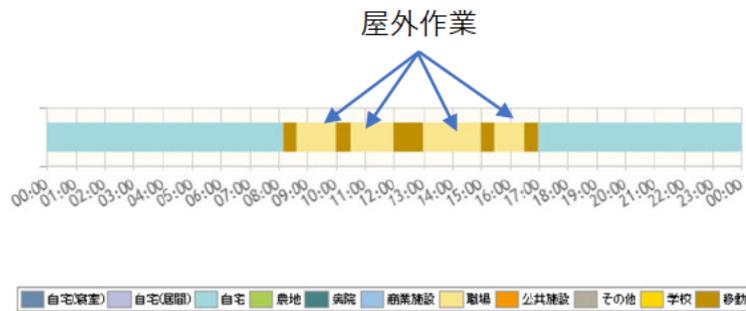
【 No.05-1住宅除染（屋外） 】

行動と地点経路



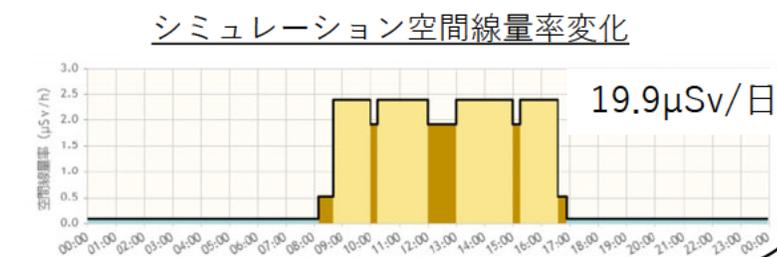
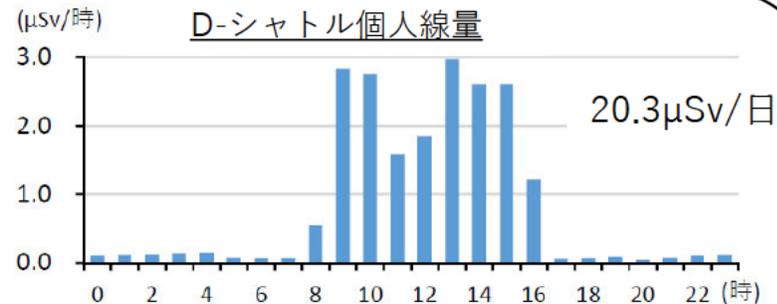
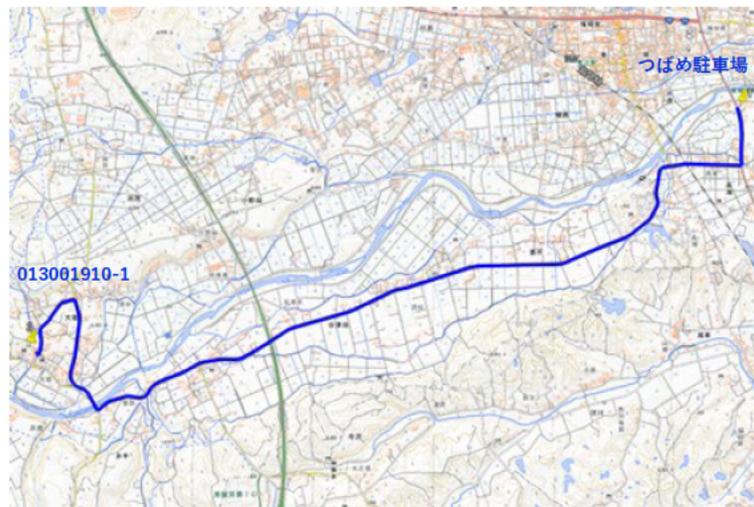
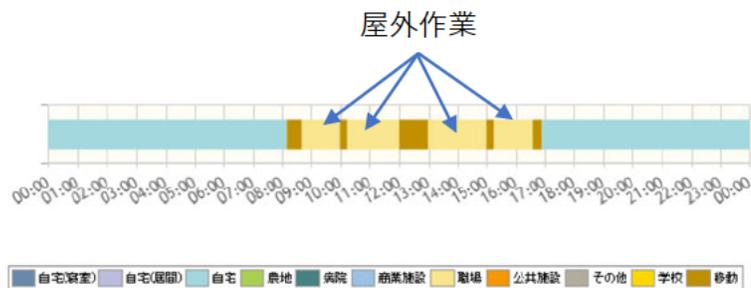
【 No.05-2住宅除染（屋外） 】

行動と地点経路



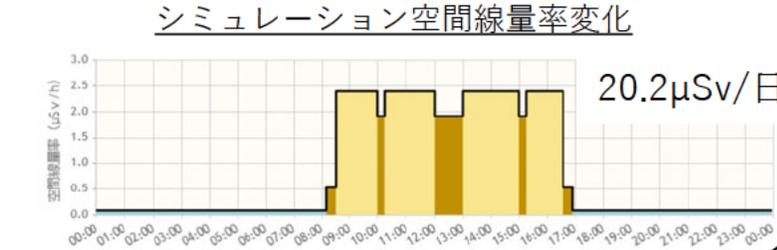
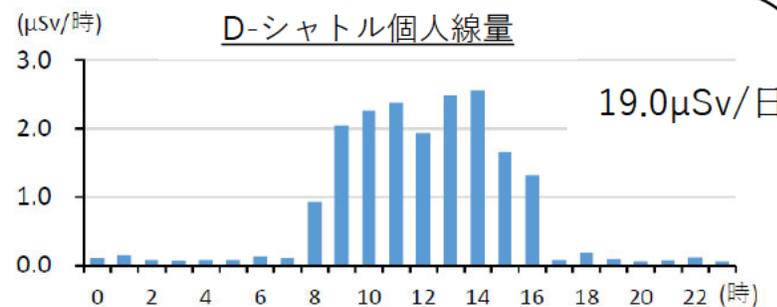
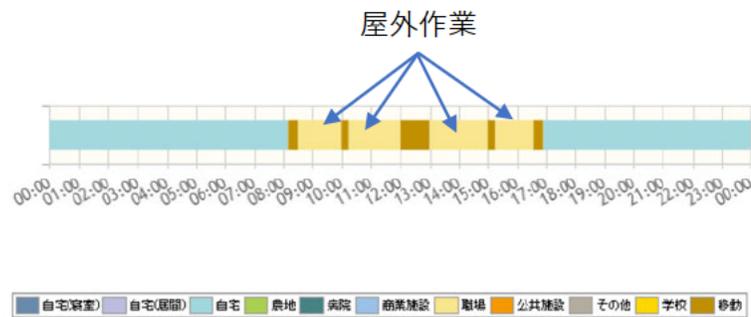
【 No.06-1住宅除染（屋外） 】

行動と地点経路



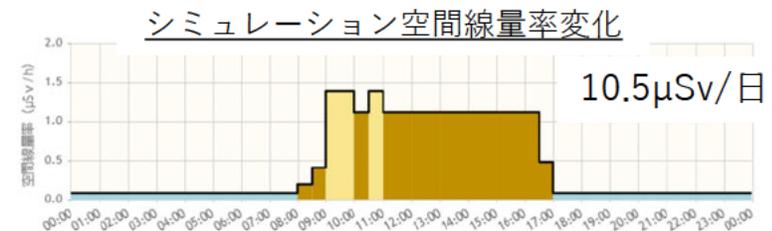
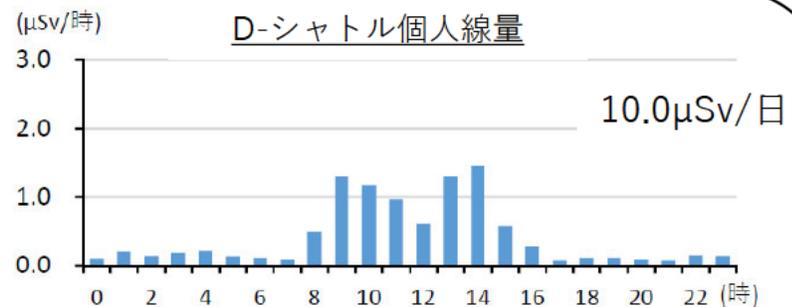
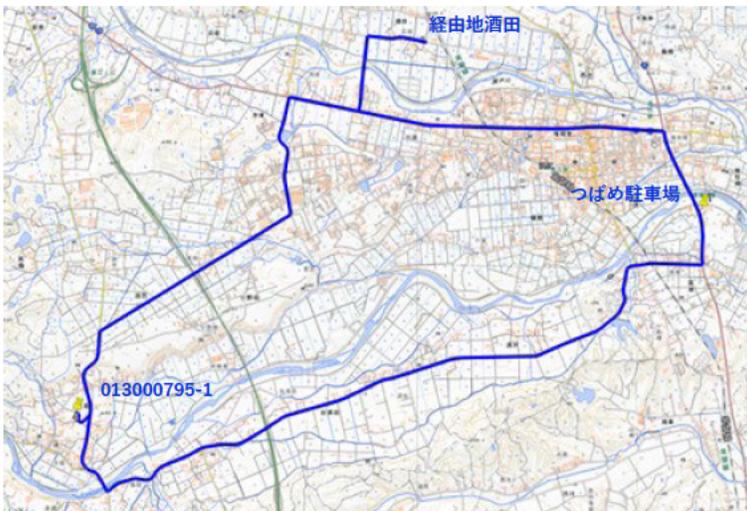
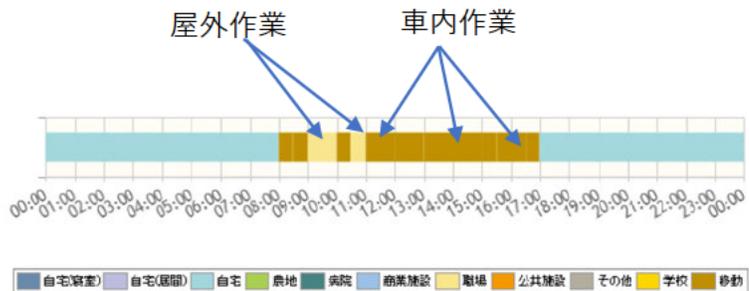
【 No.06-2住宅除染（屋外） 】

行動と地点経路



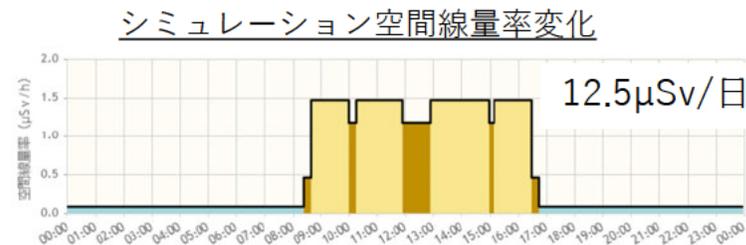
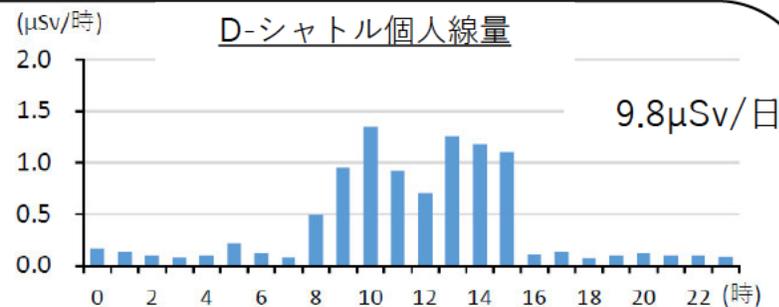
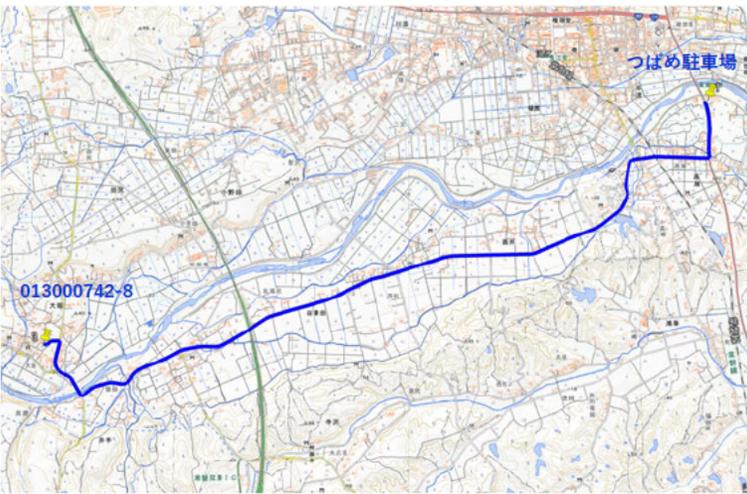
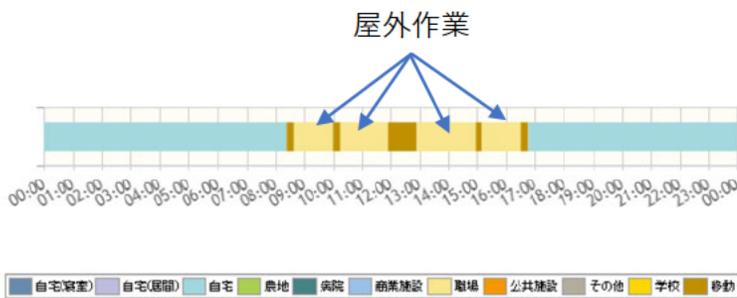
【 No.07-1住宅除染（屋外/車内）】

行動と地点経路



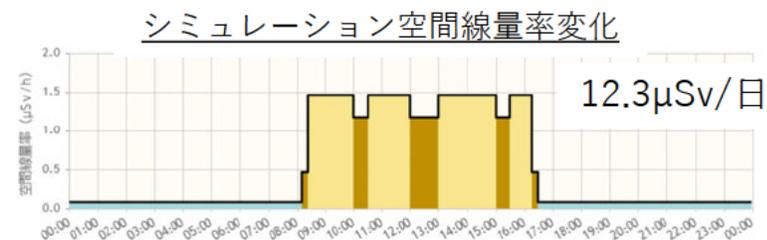
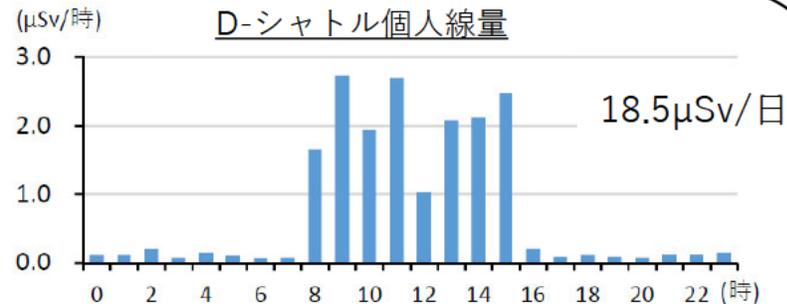
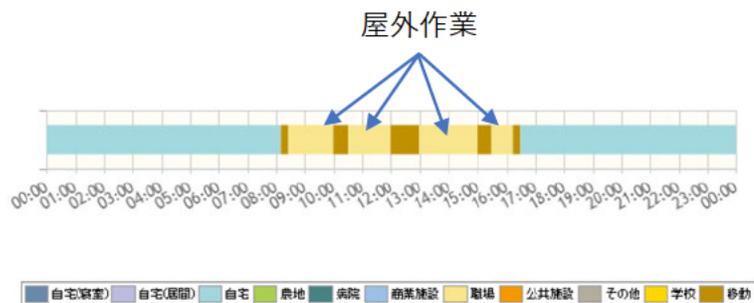
【 No.07-2住宅除染（屋外）】

行動と地点経路



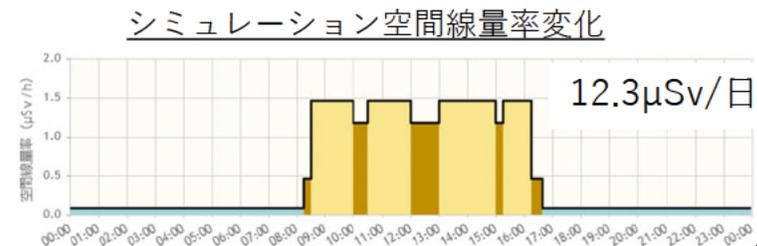
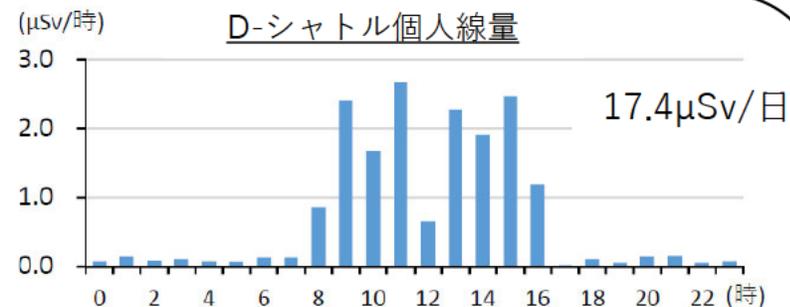
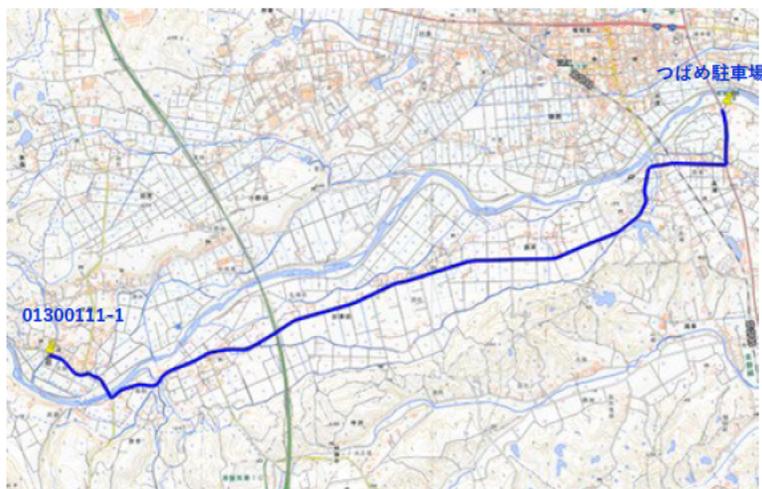
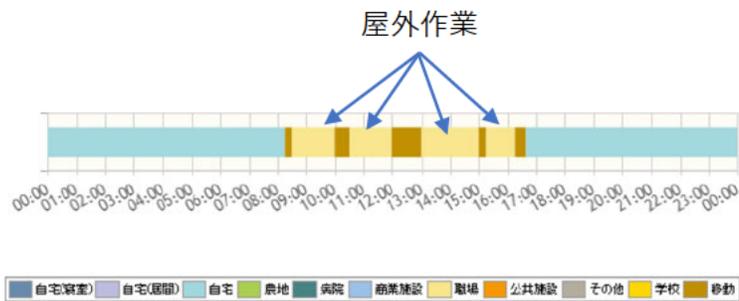
【No.08-1住宅除染（屋外）】

行動と地点経路



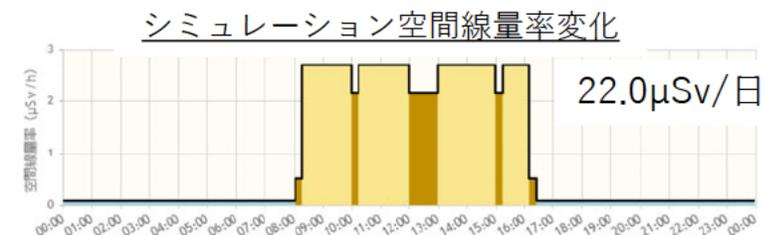
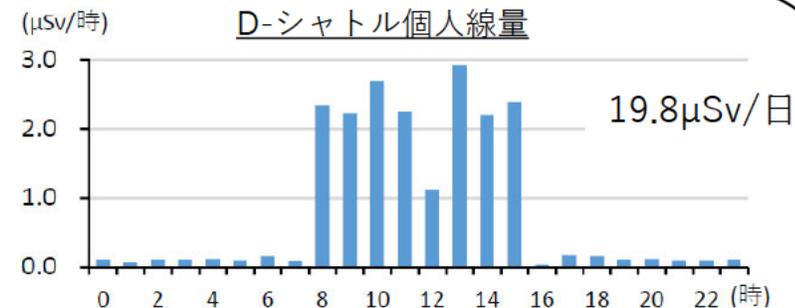
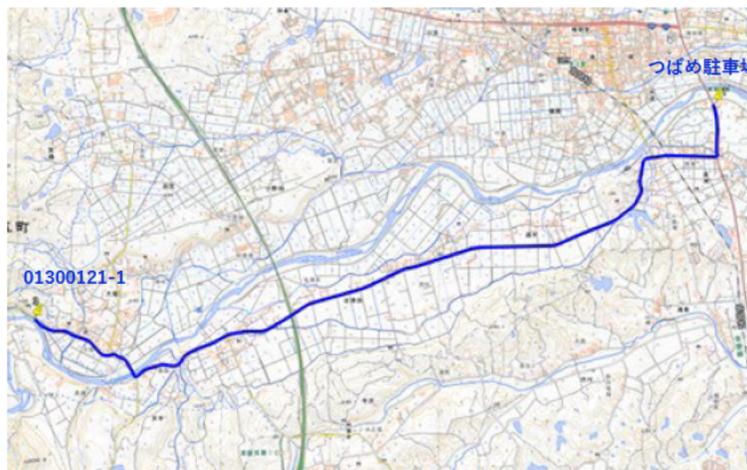
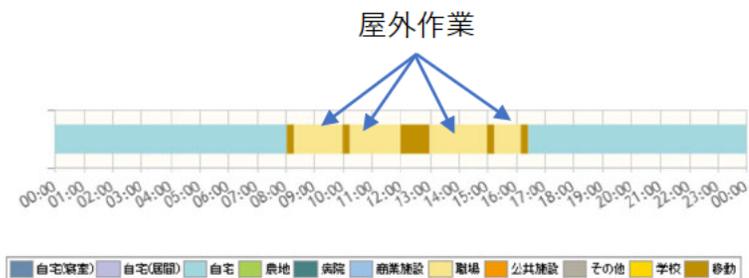
【No.08-2住宅除染（屋外）】

行動と地点経路



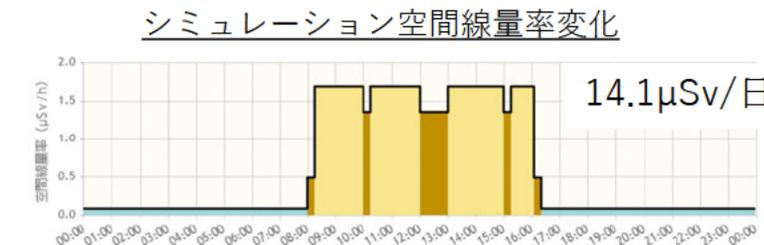
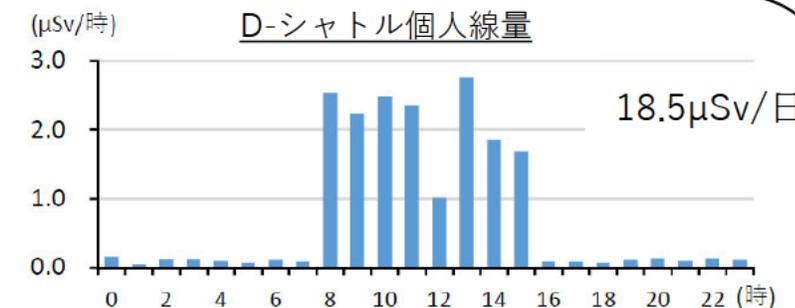
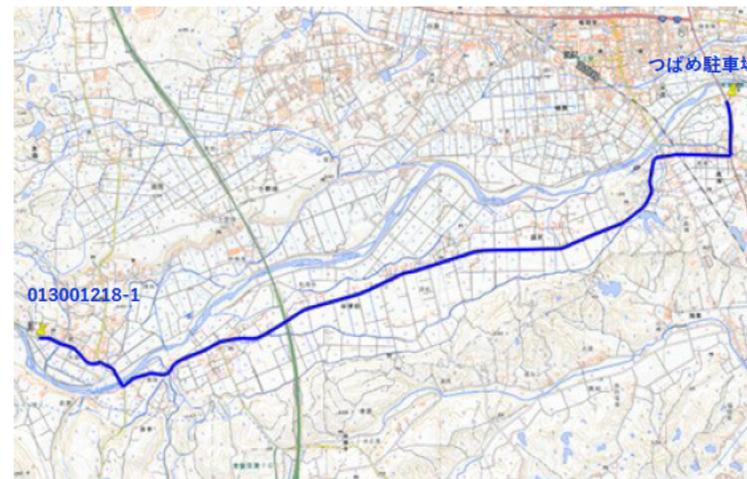
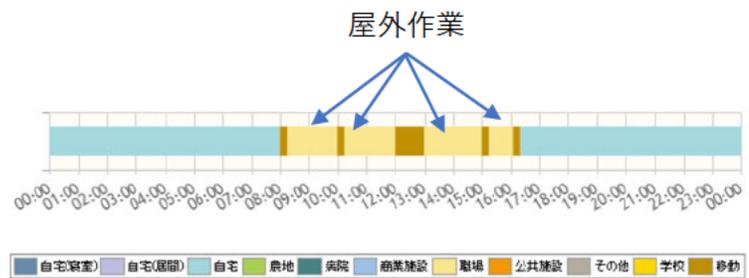
【 No.10-1農地除染（屋外）】

行動と地点経路



【 No.10-2農地除染（屋外）】

行動と地点経路





特定復興再生拠点における被ばく評価結果について (富岡町)

2023/1/20

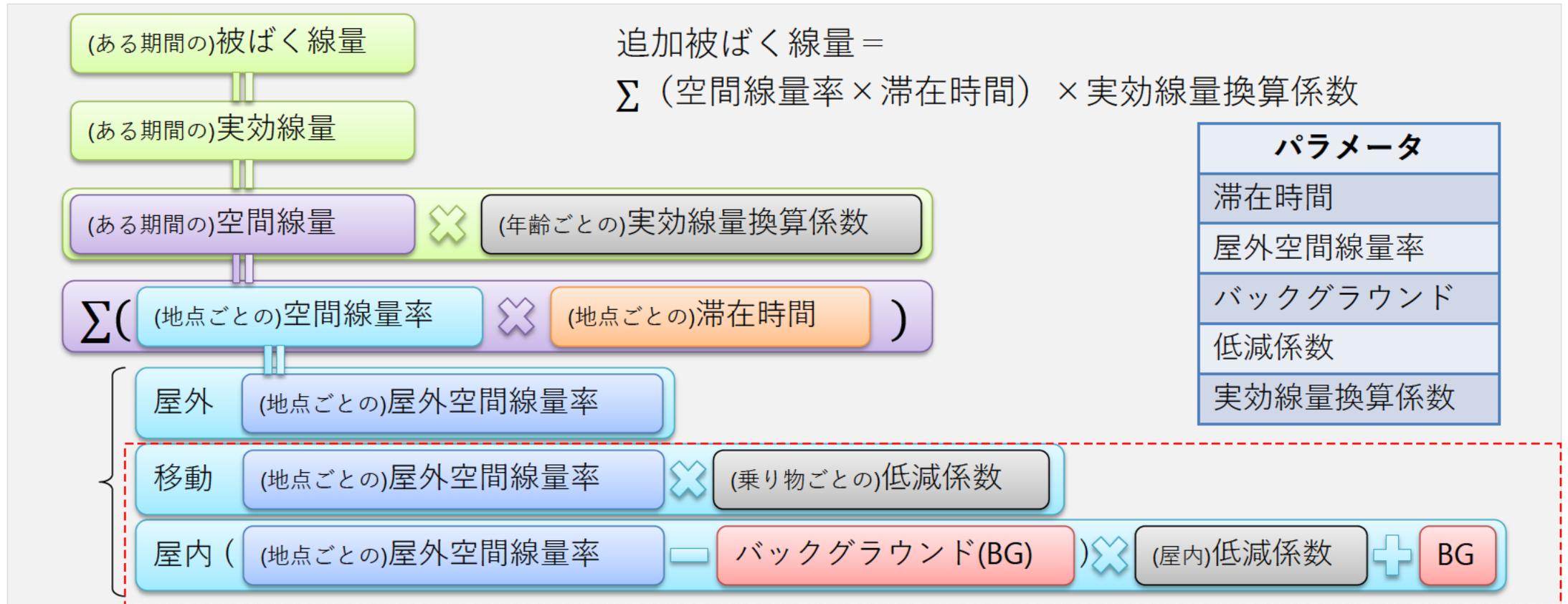
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
廃炉環境国際共同研究センター

- 生活行動パターン事業内で、特定復興再生拠点内で準備宿泊に係る3パターンの外部被ばく線量の評価を実施した。
- 外部被ばく線量の評価には以下の条件を用いた。
 - 外部被ばく線量は、各地点の空間線量率に滞在時間をかけ積算した空間線量に換算係数（成人0.6、幼児0.8）を乗じて実効線量として算出した。
 - 屋外の空間線量率には、2022年度に原子力規制庁受託事業として国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が測定した結果（走行サーベイ、歩行サーベイ）を用いた。
 - 屋内における空間線量率は、該当する建屋内をサーベイメータを用いて5点以上の場所を実測し、その平均値を使用した。屋内測定のできない地点では、2022年度の屋外測定データに屋内外低減係数0.4を乗じて算出した。
 - 2019年から2021年については、過去のモニタリングデータを参照し、同一パターンによる経年変化を評価した。
 - バックグラウンドには、富岡町の平均値として $0.059 \mu\text{Sv/h}$ を用いた。
また自然 γ 線の年間の被ばく線量は 0.31mSv とした。

★本結果は、原子力規制庁委託事業令和4年度原子力施設等防災対策等委託費（生活行動パターンを模擬した連続的な空間線量率の測定及び詳細モニタリング結果のマップ化）事業で実施されている。

☆生活行動モデル モデルパラメータ

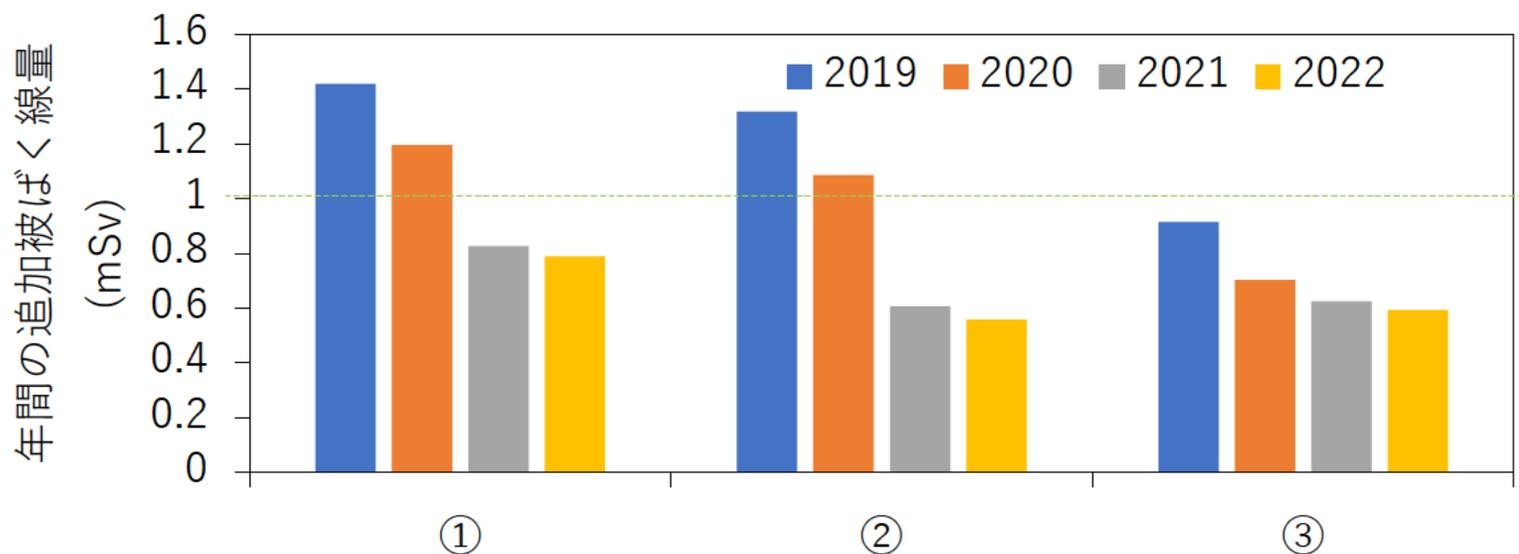
被ばく線量推定式と必要となるパラメータは図の通り。



実測値があれば代用可能

年間の追加被ばく線量 (mSv) の変化

年間パターン	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
① 桜公園付近の自宅から、こども園に通園	1.42	1.20	0.83	0.79
② 桜一丁目の自宅から、ヨークベニマル夜ノ森店でパートタイム勤務し桜公園で過ごす	1.32	1.09	0.61	0.56
③ 夜ノ森駅前南集会所付近の自宅から、週3回館山荘デイサービスセンターに訪問	0.91	0.70	0.62	0.59



○対象シミュレーション情報

年度	2022
自治体名	富岡町
パターン名	000026
説明	桜公園(桜二丁目)付近の自宅から、こども園に通学

○推定結果

生活行動パターン概要	年間の日数	年間の被ばく線量(mSv)(*1)	年間の追加被ばく線量(mSv)(*2)(*3)
桜公園から通園	245	1.10	0.79
桜公園で過ごす	120		

(*1) 被ばく線量(実効線量)への換算係数には0.6(小中高生の場合は0.7、幼児の場合は0.8)を用いた。

(*2) 富岡町における自然γ線の年間の被ばく線量は0.31[mSv]とした。

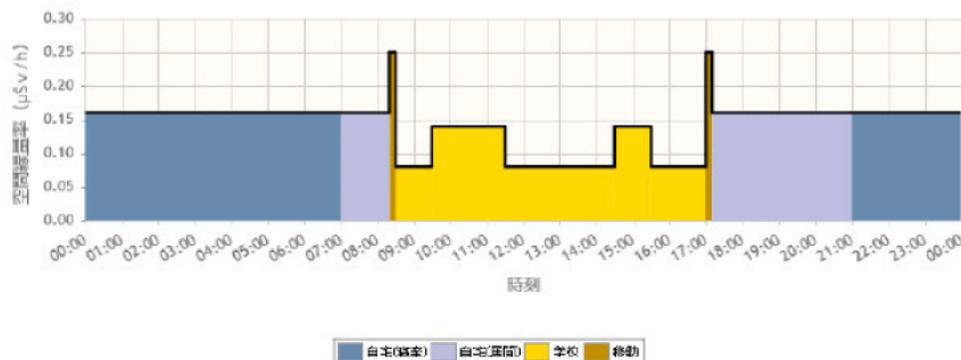


図2-1 1日の空間線量率の変化(パターン1)

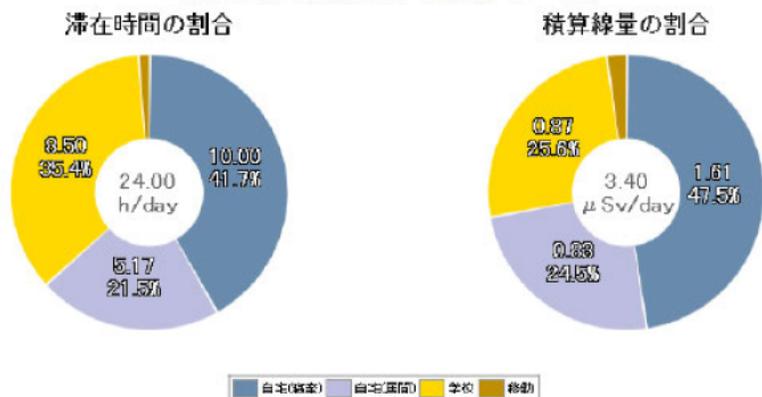


図2-2 場所ごとの滞在時間と1日の積算線量の割合(パターン1)

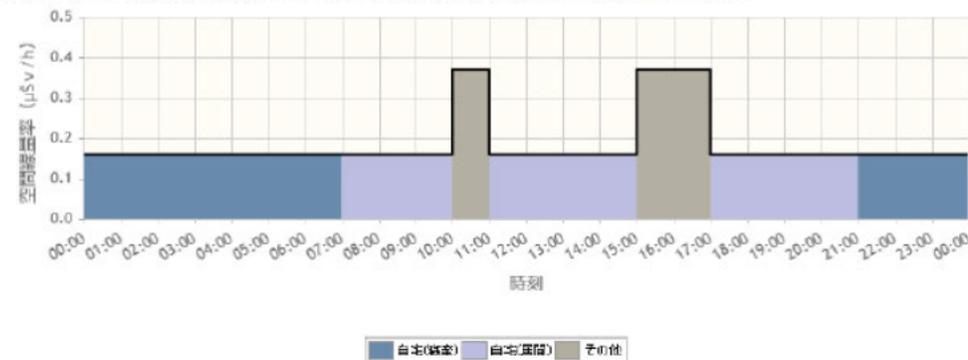


図2-3 1日の空間線量率の変化(パターン2)

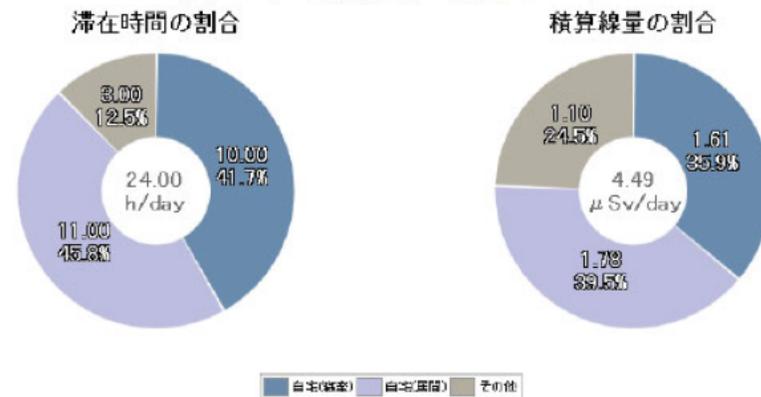


図2-4 場所ごとの滞在時間と1日の積算線量の割合(パターン2)

○対象シミュレーション情報

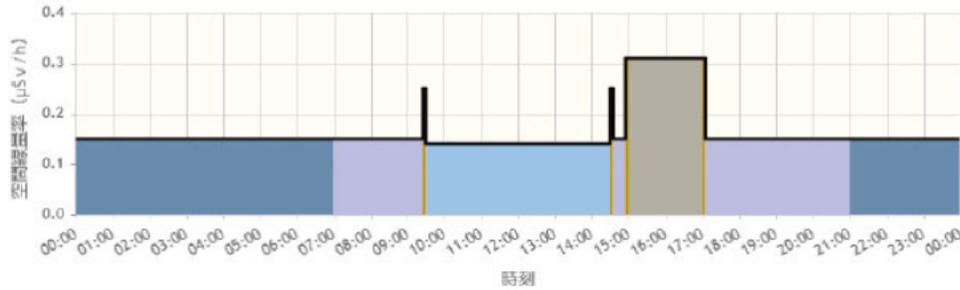
年度	2022
自治体名	富岡町
パターン名	000027
説明	桜一丁目の自宅から、夜ノ森公園に移動(ヨークベニマル夜ノ森店でパートタイム勤務)

○推定結果

生活行動パターン概要	年間の日数	年間の被ばく線量(mSv)(*1)	年間の追加被ばく線量(mSv)(*2)(*3)
桜一丁目から夜ノ森公園に通勤	245	0.87	0.56
桜一丁目ですごす	120		

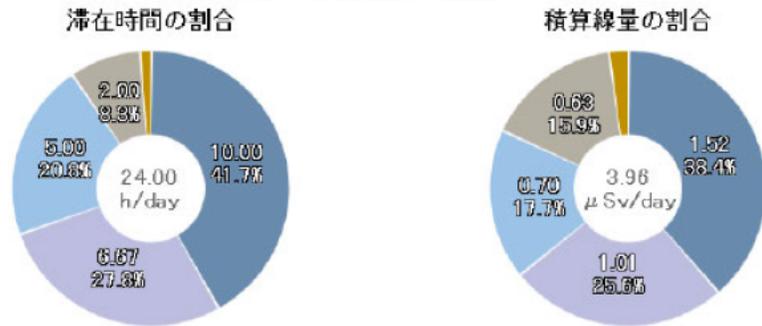
(*1) 被ばく線量(実効線量)への換算係数には0.6(小中高生の場合は0.7、幼児の場合は0.8)を用いた。

(*2) 富岡町における自然γ線の年間の被ばく線量は0.31[mSv]とした。



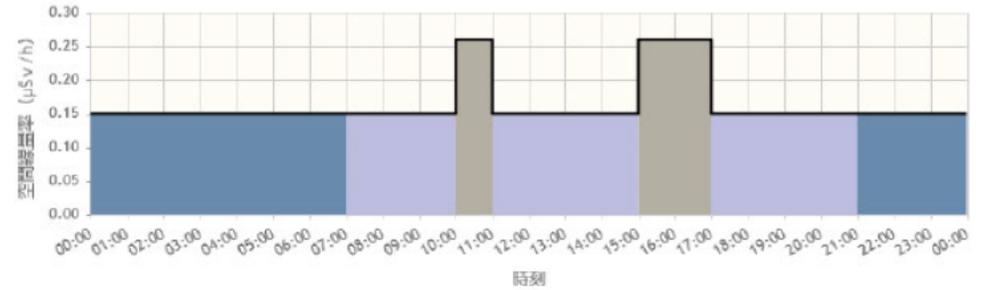
■ 自宅(帰宅) ■ 自宅(昼間) ■ 商業施設 ■ その他 ■ 移動

図2-1 1日の空間線量率の変化(パターン1)



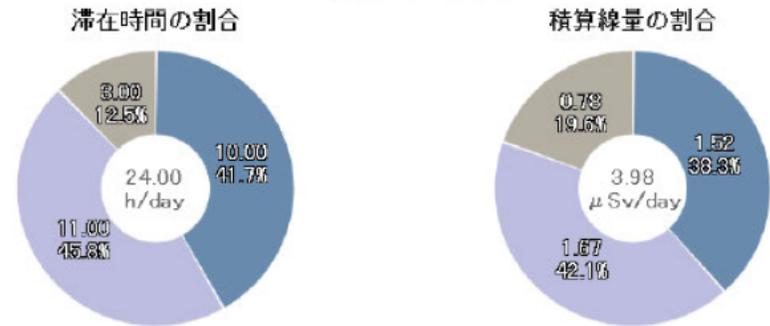
■ 自宅(帰宅) ■ 自宅(昼間) ■ 商業施設 ■ その他 ■ 移動

図2-2 場所ごとの滞在時間と1日の積算線量の割合(パターン1)



■ 自宅(帰宅) ■ 自宅(昼間) ■ その他

図2-3 1日の空間線量率の変化(パターン2)



■ 自宅(帰宅) ■ 自宅(昼間) ■ その他

図2-4 場所ごとの滞在時間と1日の積算線量の割合(パターン2)

○対象シミュレーション情報

年度	2022
自治体名	富岡町
パターン名	000032
説明	夜ノ森駅前南集会所付近の自宅から、館山荘デイサービスセンターへ移動(週3回)

○推定結果

生活行動パターン概要	年間の日数	年間の被ばく線量(mSv)(*1)	年間の追加被ばく線量(mSv)(*2)(*3)
夜ノ森から本町に移動	156	0.90	0.59
夜ノ森で過ごす	209		

(*1) 被ばく線量(実効線量)への換算係数には0.6(小中高生の場合は0.7、幼児の場合は0.8)を用いた。

(*2) 富岡町における自然γ線の年間の被ばく線量は0.31[mSv]とした。

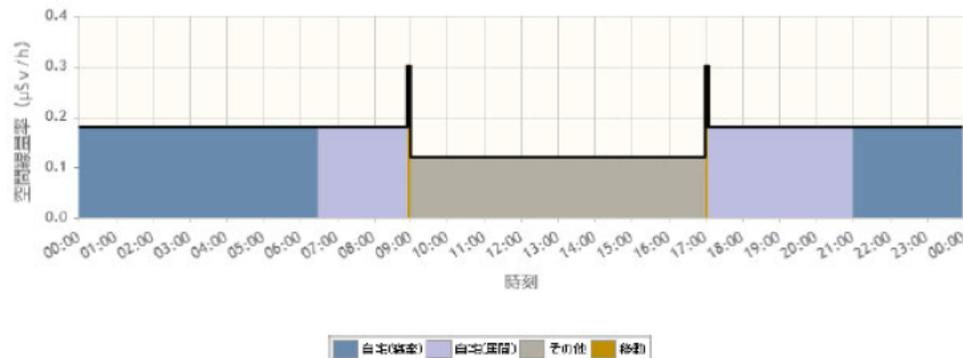


図2-1 1日の空間線量率の変化(パターン1)

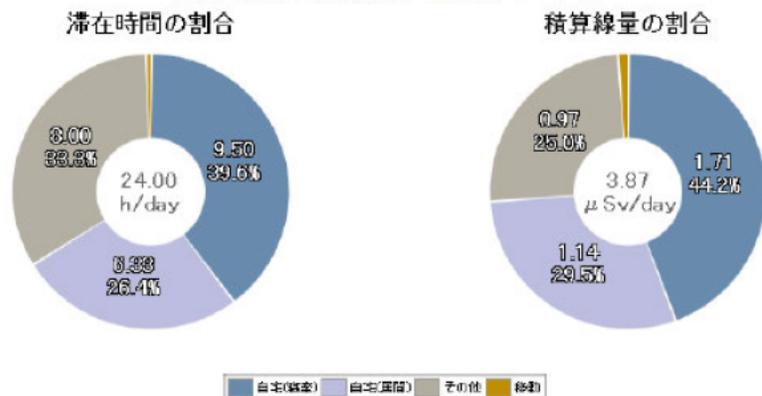


図2-2 場所ごとの滞在時間と1日の積算線量の割合(パターン1)

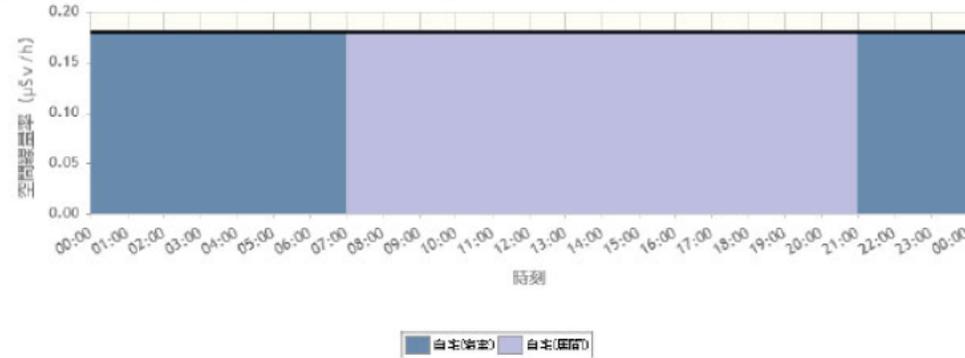


図2-3 1日の空間線量率の変化(パターン2)

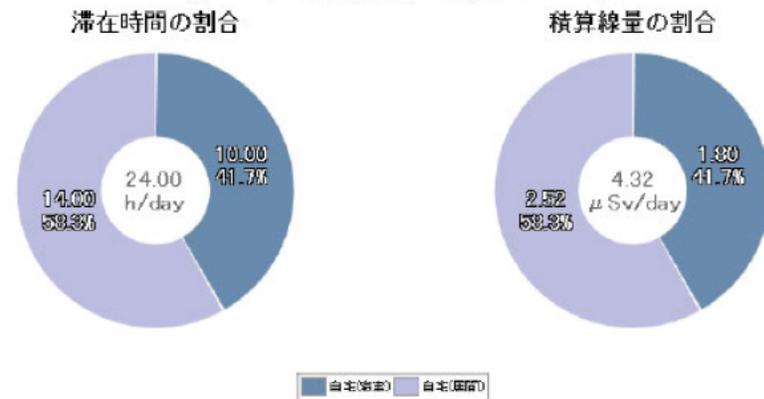


図2-4 場所ごとの滞在時間と1日の積算線量の割合(パターン2)

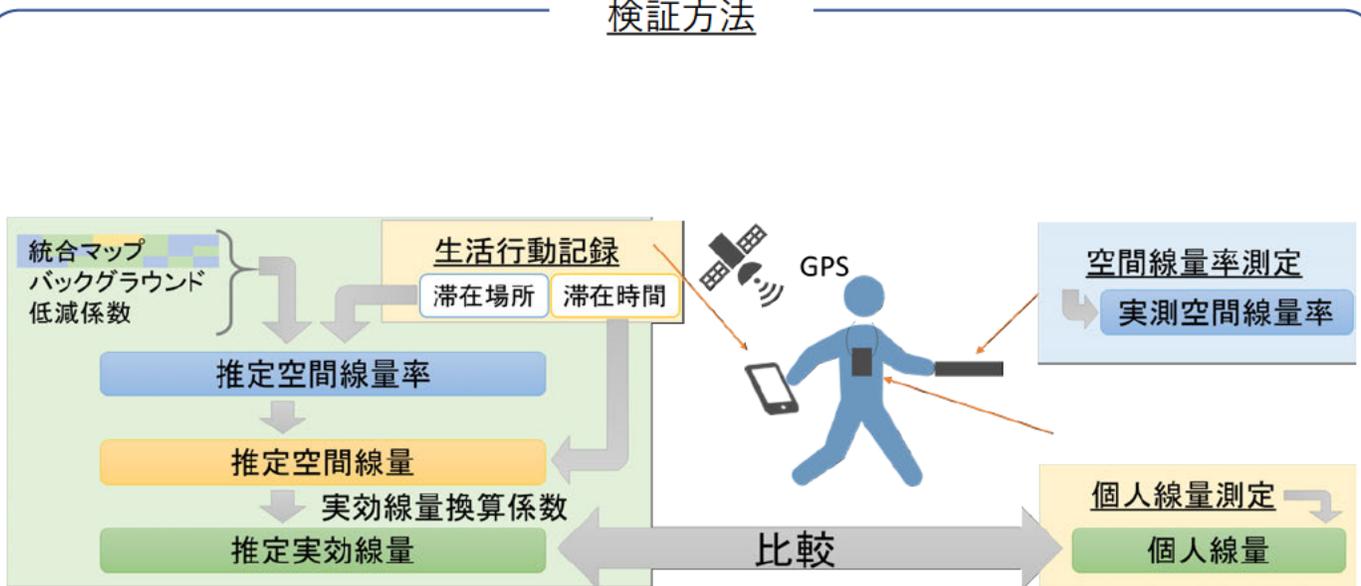
☆生活行動モデル モデルの検証

平成30年度～令和2年度にDシャトルを用いた個人線量測定とモデル推計値の比較を実施。

- 対象者 : 避難指示区域を有するまたは有していた自治体職員およびその地域で働く（委託先）作業員
- 取得データ : 個人線量（Dシャトル）、行動記録（スマートフォンアプリおよび行動記録票）、一部地点の空間線量率
- 取得データ数 : 平成30年度：8人日、平成31年度：148人日、令和2年度：126人日、計282人日分
- 検証方法 : 行動記録と空間線量率マップを基にモデルで推計した値とDシャトルで実測した個人線量を比較する。
- 結果 : モデル推計値は個人線量と有意に相関し、個人被ばく線量の推計が可能であることが示された。

パラメータ
滞在時間
屋外空間線量率
バックグラウンド
低減係数
実効線量換算係数

検証方法



結果

