

付録1：その他のモニタリング結果

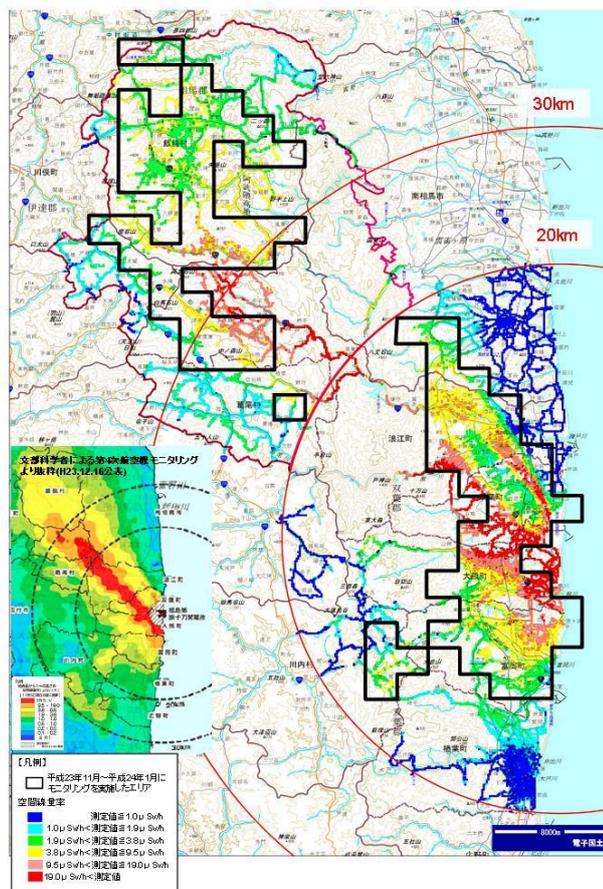
放射性物質汚染対処特措法に基づき国が除染を実施する地域（警戒区域，計画的避難区域）において，放射線空間線量の詳細なモニタリングを行うとともに，居住地を中心に詳細な空間線量分布図を作成し，同法に基づく除染計画策定のための参考とした。

(1) モニタリングの概要

① 対象地域

除染計画を作成するにあたっては，避難者の帰還をできる限り早期かつ効率的に進めるためにも，空間線量率の程度に応じた計画の検討が必要となる。このため，まず，帰還の可否の目安となる空間線量率が20 mSv/年であることを踏まえ，この付近のモニタリングを詳細に実施して，20 mSv/年を超える地域の把握を行う。さらに，計画策定の参考とするため，50 mSv/年，10 mSv/年，5 mSv/年，1 mSv/年付近の空間線量率についても詳細にモニタリングを行い，それぞれの線量レベルに該当する地域を把握する。

具体的なモニタリング対象地域は，内閣府，文部科学省から公表されている警戒区域および計画的避難区域のモニタリングデータを参考に，それぞれの線量レベルに該当する地域を2×2 kmメッシュ毎に選定し，居住地域の有無等にも配慮して測定範囲を検討する。さらにその中を原則として100 mメッシュ毎に区切って，詳細な空間線量率の分布を把握する（付図1-1参照）。

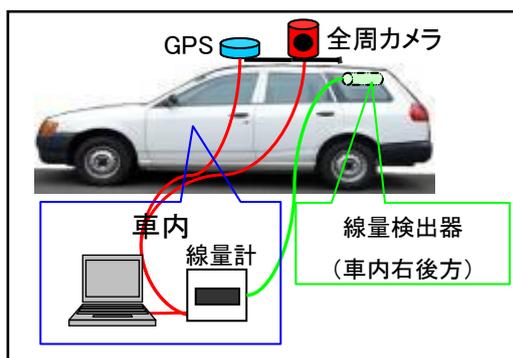


付図1-1 詳細モニタリングの対象地域

② モニタリングの考え方

100 mメッシュ毎の詳細なデータを効率よく把握するため、既存データの活用とともに、自動車に測定機器を取り付けて走行しながら測定する走行モニタリング、無人ヘリコプターに測定器を取り付けて上空から測定する無人ヘリモニタリング等を併用して実施する。また、それらの測定に加え、測定員が直接空間線量率を測定したデータも使用する。モニタリング方法選定の基本的な考え方は以下のとおりである。

- ・市街地，住宅地，郊外の道路上：自動車による走行モニタリング（付図1-2参照）
- ・学校，公園，道路のない田畑等：無人ヘリモニタリングまたは計測員による測定



付図1-2 モニタリングカー

③ 実施体制

本事業では、環境省の指揮，監督のもと，日本原子力研究開発機構が既存データの活用を含めてモニタリングを実施した。また，本事業には東京電力株式会社が環境省の要請に応じて協力しており，同社が測定・集約したデータを一部活用している。おもな役割分担は以下のとおりである。

- ・環境省：指揮，監督
- ・日本原子力研究開発機構：走行モニタリングによる測定および無人ヘリコプターによる測定実施
- ・東京電力株式会社※：測定員による100 mメッシュ毎の測定および走行モニタリングによる測定実施

（※同社は，環境省の要請に応じて詳細モニタリング事業に協力するもの）

(2) モニタリング方法の概要

① 走行モニタリング

- ・実施者：本事業では，走行モニタリングデータの一部に，内閣府および文部科学省による個別詳細モニタリング（実施者：電力中央研究所，東京電力）のうち，走行モニタリングの測定結果を使用している。また，これを補完するため，日本原子力研究開発機構も合わせて走行モニタリングを実施した（一部日本エヌ・ユー・エス㈱に業務委託）。
- ・測定原理：NaIシンチレーション式サーベイメータおよび電離箱式サーベイメータを搭載した車両で道路上を走行しながら，それらの値を記録するとともにGPSにより位置も記録する。データ採取終了後，予め実測により定めた補正式を用いて，車内で計測した線量率を地上1 mの空間線量率に換算する。補正式は，空間線量率の異なる20箇所程度で，車内の線量率と地上 1mの空間線量率とを計測し，それらの関係を一次式で近似する。なお，内閣府および文部科学省に

よる走行モニタリングと、日本原子力研究開発機構の実施した走行モニタリングにおいて、測定原理は同一である。

- ・測定エリア：内閣府および文部科学省の走行モニタリングは、警戒区域および計画的避難区域における国道、県道、主要地方道、生活道路など、主要道路を対象として、約1ヶ月で一巡する。一方、日本原子力研究開発機構では、上記(1)①の対象地域において、内閣府および文部科学省の走行モニタリングでは対象とならない道路（あぜ道等を含む）を中心に測定を行い、両方で対象地域における通行可能な道路上のモニタリングはほぼ網羅した。

② 無人ヘリコプタによるモニタリング

- ・実施者：日本原子力研究開発機構（応用地質株式会社、ヤマハ発動機株式会社と共同実施）
- ・測定原理：無人ヘリコプタには、ヤマハ発動機(株)製自律無人ヘリコプタRMAX G1を用いた（付図1-3）。本ヘリコプタは、離発着以外は、パソコン制御システムを搭載した地上局（ワンボックスカー）から無線で遠隔操作することができる。本ヘリコプタに、大型プラスチックシンチレーション検出器を搭載し、1秒毎に計数率データとGPSデータを採取した。対地高度はGPSによる海拔高度から10mメッシュの数値地図データを差し引いて求めた。得られたデータは、あらかじめ同じ場所において高度を変化させた測定データから得られた減弱係数（ μ ）と基準高度（Hsd）において地上におけるNaIサーベイメータの測定データと比較して得た線量率換算係数（Cd）を使用して、以下の計算式から地上1mにおける線量率（D1m）に換算した。無人ヘリコプタによるモニタリングは、地上におけるサーベイメータを用いた測定と比較すると迅速に広範囲を測定することができる上、プログラム飛行が可能のため、同一ルートでの飛行により除染効果の確認、経年変化による変動追跡等が可能である。また、人が容易に立ち入れない田畑の中や、森林、山の斜面等でも測定可能である。
- ・測定エリア：5 mSv/年に相当するエリア（1 μ Sv/h）を担当。航空機モニタリングの結果から1 μ Sv/h境界の区域で無人ヘリを使用できる場所を選定。



付図1-3 無人ヘリモニタリング

③ 測定員によるモニタリング

- ・実施者：本事業には、東京電力㈱が環境省の要請に応じて協力しており、測定員によるモニタリングを担当し（付図1-4）、測定データを提供している。
- ・測定方法：空間線量率の測定には、NaIシンチレーション式サーベイメータおよび電離箱式サーベイメータ（空間線量率25 $\mu\text{Sv/h}$ 以上時）を用い、原則として1 m高さの空間線量率を測定した。また、測定は「放射線測定に関するガイドライン」（文部科学省・日本原子力研究開発機構）に基づき実施した。
- ・測定地点：上記（1）①の対象地域において設定した100 mメッシュエリアのうち、モニタリングカーが進入できないメッシュにおいて、原則としてその中心地点1点で1 m高さの空間線量率を測定した。但し、中心地点に到達できない場合は、可能な限り中心に近い地点で測定を実施した。また、山林地、水面などで全く進入できないエリアは欠測とした。



付図1-4 詳細モニタリングの測定作業風景

(3) 測定データのマッピング（放射線量の空間分布図作成）手法

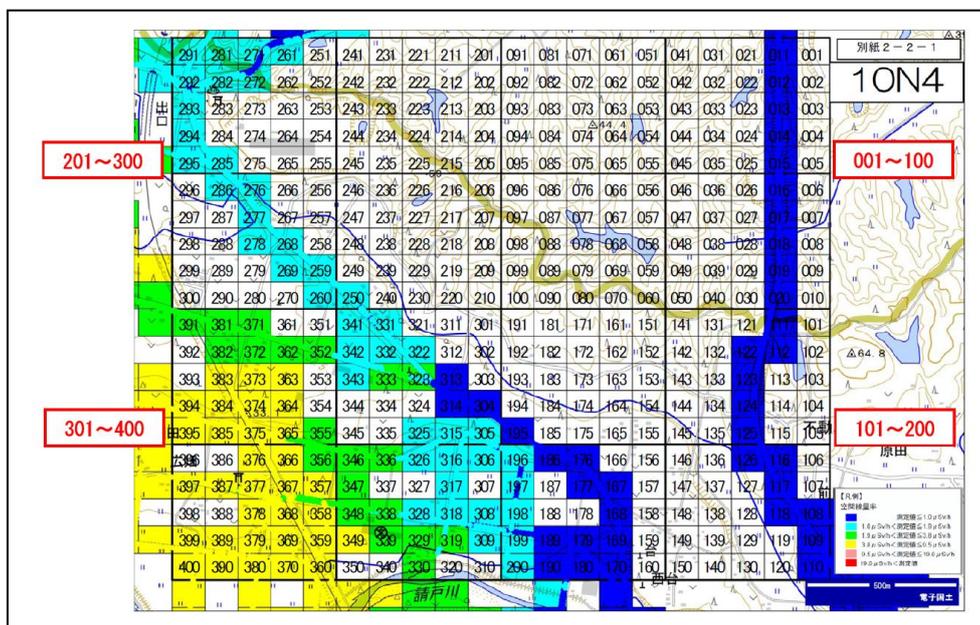
① 100 mメッシュデータの取り扱い

上記（2）①の対象地域において、測定対象の2×2 kmメッシュを100 m間隔で400分割し、100 mメッシュ毎に空間線量率を取得した。測定方法ごとのデータの取り扱いは以下のとおりである。

- ・走行モニタリングデータ：100 mメッシュを通過する道路上の測定値（約10 m間隔）のうち、安全サイドを見込んで最大値を100 mメッシュの代表値とした。なお、内閣府および文部科学省の走行モニタリングデータについては、降雪の影響がない範囲で最新データとなる第4巡（実施期間：平成23年11月5日～12月12日）の測定データを採用し、同様の取り扱いを行った。
- ・無人ヘリモニタリングデータ：100メッシュ上空を通過する無人ヘリの飛行軌跡上の測定値について、走行モニタリングと同様に最大値を100 mメッシュの代表値とした。
- ・測定員による測定データ：原則として100 mメッシュの中心地点における1 m高さの空間線量率を100 mメッシュの代表値とした。但し、中心地点に到達できなかった場合のデータについても、その値を採用した。
- ・なお、走行モニタリング及び無人ヘリモニタリングにおける1 m高さ空間線量率とのキャリブレーション方法などは既に述べたとおりである。
- ・また、測定データには、手法ごと、対象地域ごとにそれぞれ測定日の異なるデータが含まれているが、放射性セシウムによる放射線量の自然減衰を考慮し、いずれのデータも、全ての測定が終了した日をもとに補正している。

② 測定データのマッピングについて

100 mメッシュのデータは、付図1-5に示すとおり、測定対象の2×2 kmメッシュ毎にマッピングし、線量ランクで色分けした。また、各100 mメッシュには、2×2 kmメッシュ毎に同図のとおり番号を設定し、100 mメッシュ番号順に測定データを表形式で取りまとめた。なお、内閣府及び文部科学省の走行モニタリングデータについては、上記(2)①の対象地域以外のデータについても100 mメッシュごとのマッピングを行った。



付図1-5 100 mメッシュデータのマッピング例とメッシュ番号

(4) モニタリング結果

① 実施期間とモニタリング方法

- ・ 20 mSv/年 周辺地域：平成23年11月7日～11月24日
走行モニタリングおよび測定員による測定
- ・ 50 mSv/年 周辺地域：平成23年12月15日～12月21日，平成24年1月6日～1月16日
走行モニタリングおよび測定員による測定
- ・ 5 mSv/年 周辺地域：平成24年1月6日～2月28日
無人ヘリモニタリングによる測定
- ・ 10 mSv/年 周辺地域：平成24年2月17日～2月28日（降雪の影響により警戒区域のみ）
走行モニタリングおよび測定員による測定
- ・ 1 mSv/年 周辺地域：平成24年2月17日～2月28日（同上）
走行モニタリングおよび測定員による測定
- ・ 内閣府および文部科学省の走行モニタリングデータ：第4巡（平成23年11月5日～12月12日）

② 対象となる自治体

モニタリング対象となった自治体は、以下の9市町村である。

南相馬市，川俣町，富岡町，川内村，大熊町，双葉町，浪江町，葛尾村，飯館村

③ 対象地域全体の結果概要

対象地域全体のモニタリング結果を付図1-6に示す。

- ・「警戒区域」：空間線量率20 mSv/年（3.8 μ Sv/h）近傍

1.9～3.8 μ Sv/hのメッシュ（緑色）と3.8～9.5 μ Sv/hのメッシュ（黄色）が、比較的明瞭に境界を形成して分布している。

福島第一原子力発電所北側の地域では、双葉町東部から浪江町東部、南相馬市南部にかけて、発電所から北西の方向に明瞭に緑メッシュと黄メッシュの境界線が見られ、その東側（海岸側）では、海岸線に向かって空間線量率が低くなっている。一方、境界線の西側では、一端空間線量率が高くなるが、双葉町から浪江町にかけて、緑メッシュが2×6 km程度の楕円状に分布しており、このエリアの線量率が周辺より低くなっている。

発電所の南側の地域では、発電所から6～10 km程度の距離となる大熊町、富岡町の中部地域で緑メッシュと黄メッシュの境界が見られ、これより発電所から離れるに従って徐々に線量率が低くなる（水色のメッシュ（1.0～1.9 μ Sv/h）に移行していく）。しかし、一部大熊町西部や川内村東部など、発電所から12～15 km以上離れた地域でも黄メッシュ（3.8～9.5 μ Sv/h）が分布する地域が見られる。

- ・「警戒区域」：空間線量率50 mSv/年（9.5 μ Sv/h）近傍

福島第一原子力発電所北側の地域では、双葉町東部から浪江町東部にかけて、9.5 μ Sv/hを超えるメッシュ（桃色、赤色）が明瞭に北北西に延びており、南相馬市の南西部に達している。一方、発電所の西から北西にかけて桃色および赤色のメッシュが広く分布し、山岳等の影響で詳細は把握できないものの、全体として北西方向に広がっている。また発電所の南西および南側では、桃および赤のメッシュは発電所から5～10 km以内にほぼ同心円状に分布しているが、発電所北側よりは黄色メッシュとの明瞭な境界線となっていない。

- ・「警戒区域」：空間線量率1～10 mSv/年（0.2～1.9 μ Sv/h）近傍

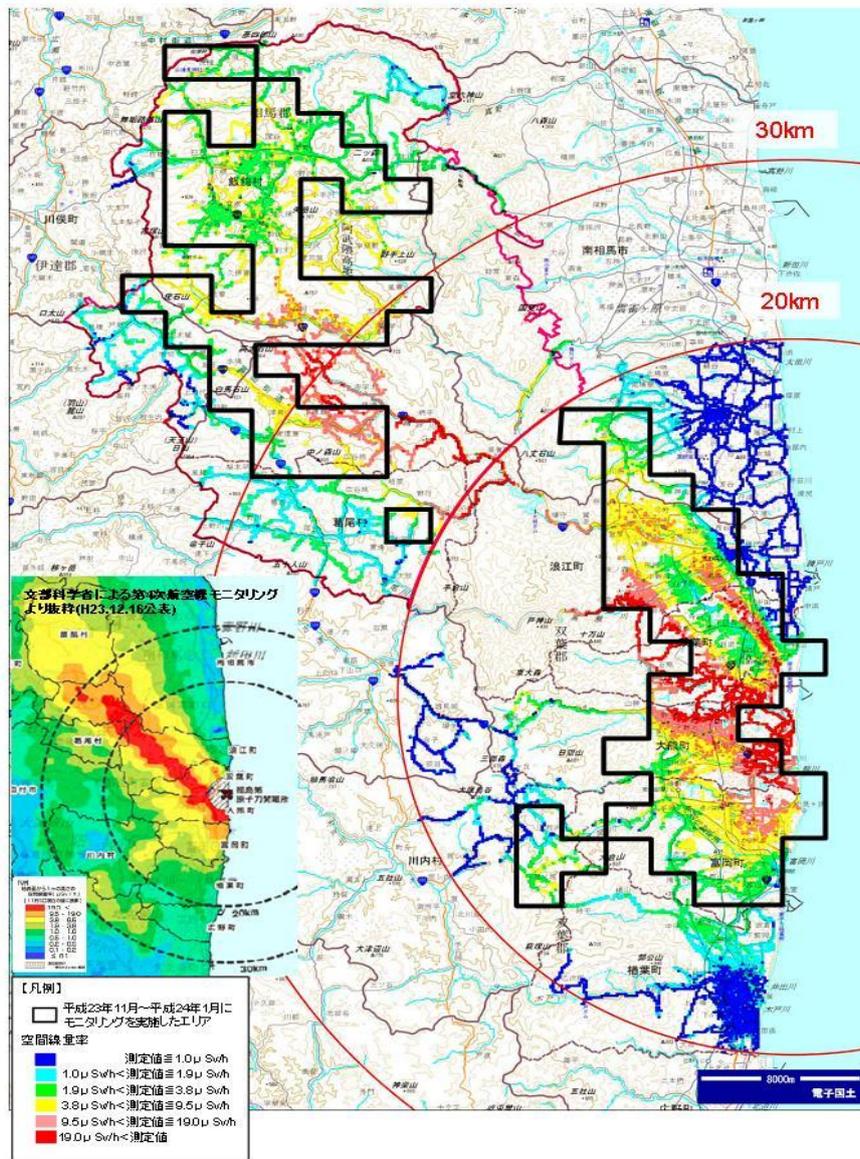
福島第一原子力発電所北側および南側の海岸部の一部において分布が認められる。また、発電所から西方向に20 km程度離れた地域にも、部分的に分布が認められる。

- ・「計画的避難区域」：空間線量率20 mSv/年（3.8 μ Sv/h）近傍

同区域の南側では比較的明瞭に黄メッシュと緑メッシュの境界線が形成されており、それより南側で線量率が下がっている（水色のメッシュに移行）。しかし、区域の北部、中央部（飯舘村）では、黄メッシュと緑メッシュが混在しており、明瞭な境界線は形成されていない。1.9～9.5 μ Sv/hの間で線量率がばらついているものと考えられる。

- ・「計画的避難区域」：空間線量率50 mSv/年（9.5 μ Sv/h）近傍

発電所から北西に延びる9.5 μ Sv/hより高いエリアが、葛尾村北東部、浪江町北西部、飯舘村南部にまで達しており、この付近で桃色および赤色のメッシュの分布が見られる。しかし、9.5 μ Sv/h以下のメッシュ（黄色メッシュ）との境界は明瞭ではなく、分布がばらついていることを示している。

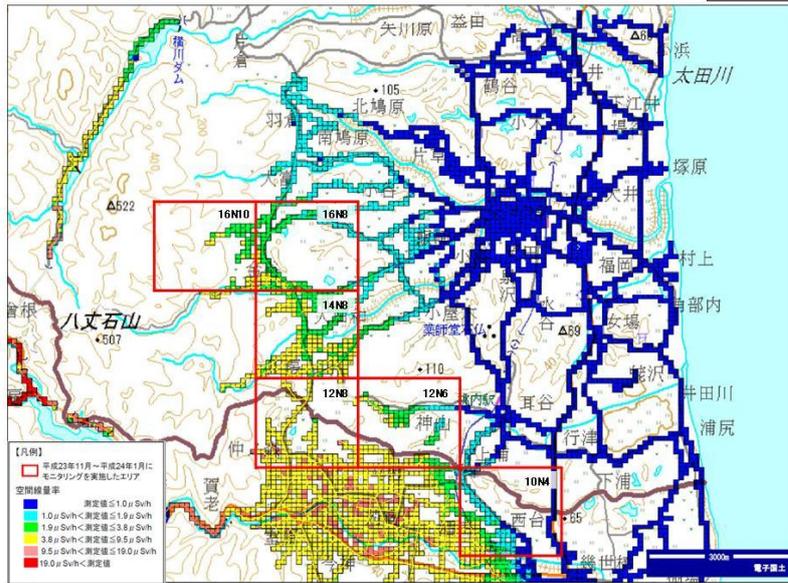


付図 1-6 対象地域全体におけるモニタリング結果

④ 自治体ごとの詳細モニタリング結果とりまとめ

付図1-7に、一例として南相馬市における詳細モニタリングの結果を示す。

対象地域における自治体ごとに、モニタリング対象となった2×2 kmメッシュの図示および100 mメッシュのマッピングを実施した。

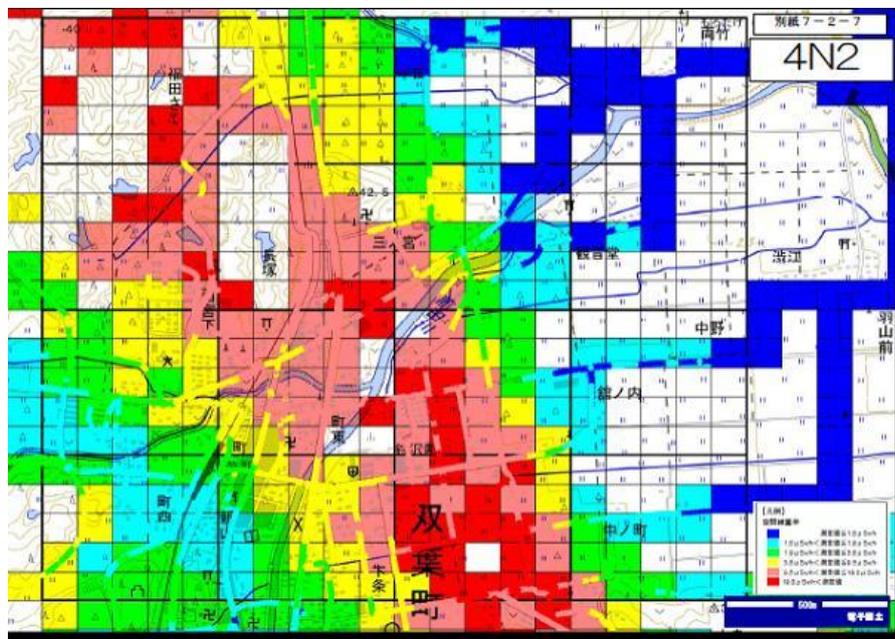


付図 1-7 自治体ごとのマッピング例（南相馬市）

⑤ 100 mメッシュのマッピング結果

付図1-8に、一例として双葉町における100 mメッシュのマッピング結果を示す。

④で示した2×2 kmメッシュごとに、100メッシュをマッピングした。これにより、対象地域における詳細な空間線量率分布が把握可能となり、除染計画の策定において、地域の状況に応じたきめ細かな対応が可能となる。



付図1-8 100 mメッシュのマッピング例（双葉町）

また、100 mメッシュのマッピングに対応し、各メッシュの空間線量率を付表1-1のとおりとまとめた。

付表1-1 100 mメッシュ毎の測定値一覧の例（双葉町）

詳細モニタリング結果一覧(04N02)						別紙7-3-7
メッシュ番号	測定場所	測定日	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	測定方法	備考	
04N02-002	双葉郡双葉町大字両竹	2011/10/15	0.6 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-012	双葉郡双葉町大字両竹	2011/10/15	0.8 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-023	双葉郡双葉町大字両竹	2011/10/15	0.9 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-024	双葉郡双葉町大字両竹	2011/10/15	0.8 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-025	双葉郡双葉町大字両竹	2011/10/15	0.8 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-026	双葉郡双葉町大字両竹	2011/10/15	0.8 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-027	双葉郡双葉町大字両竹	2011/10/15	0.8 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-028	双葉郡双葉町大字両竹	2011/10/15	0.8 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-032	双葉郡双葉町大字両竹	2011/10/15	0.8 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-033	双葉郡双葉町大字両竹	2011/10/15	0.9 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-038	双葉郡双葉町大字両竹	2011/10/15	1.2 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-042	双葉郡双葉町大字両竹	2011/10/15	0.8 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-043	双葉郡双葉町大字両竹	2011/10/15	0.7 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-044	双葉郡双葉町大字中田	2011/10/15	0.7 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-048	双葉郡双葉町大字長塚	2011/10/15	0.9 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-051	双葉郡双葉町大字両竹	2011/10/15	0.8 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-052	双葉郡双葉町大字両竹	2011/10/15	0.8 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-054	双葉郡双葉町大字中田	2011/10/15	0.7 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-055	双葉郡双葉町大字中田	2011/10/15	0.8 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-056	双葉郡双葉町大字中田	2011/10/15	0.8 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-058	双葉郡双葉町大字長塚	2011/10/15	1.2 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-059	双葉郡双葉町大字長塚	2011/11/22	1.5 ⁰²⁾	測定員		
04N02-060	双葉郡双葉町大字長塚	2011/11/22	1.7 ⁰²⁾	測定員		
04N02-061	双葉郡双葉町大字中田	2011/10/15	1 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-066	双葉郡双葉町大字中田	2011/10/15	0.8 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-067	双葉郡双葉町大字中田	2011/10/15	1.2 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-068	双葉郡双葉町大字長塚	2011/9/11	0.9 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-069	双葉郡双葉町大字長塚	2011/11/15	1.8 ⁰²⁾	測定員		
04N02-070	双葉郡双葉町大字長塚	2011/11/22	1.7 ⁰²⁾	測定員		
04N02-071	双葉郡双葉町大字中田	2011/10/15	1.4 ⁰²⁾	モニタリングカー		
04N02-074	双葉郡双葉町大字中田	2011/11/17	1.1 ⁰²⁾	測定員		
04N02-075	双葉郡双葉町大字長塚	2011/11/22	1.2 ⁰²⁾	測定員		

⑥ モニタリング結果を踏まえた空間線量率の境界線把握

付図1-9に、100 mメッシュのマッピングによる空間線量率の境界線把握の結果を示す。

今回の詳細モニタリング結果を踏まえ、警戒区域、計画的避難区域における居住地を中心に、20 mSv/年 (3.8 $\mu\text{Sv/h}$) 以下、20 mSv/年を超え50 mSv/年 (9.5 $\mu\text{Sv/h}$) 以下、50 mSv/年超、のそれぞれの地域の分布状況を明らかにするため、マッピングされたメッシュのランク分け (色分け) を参考に、空間線量率の境界線を描いた。

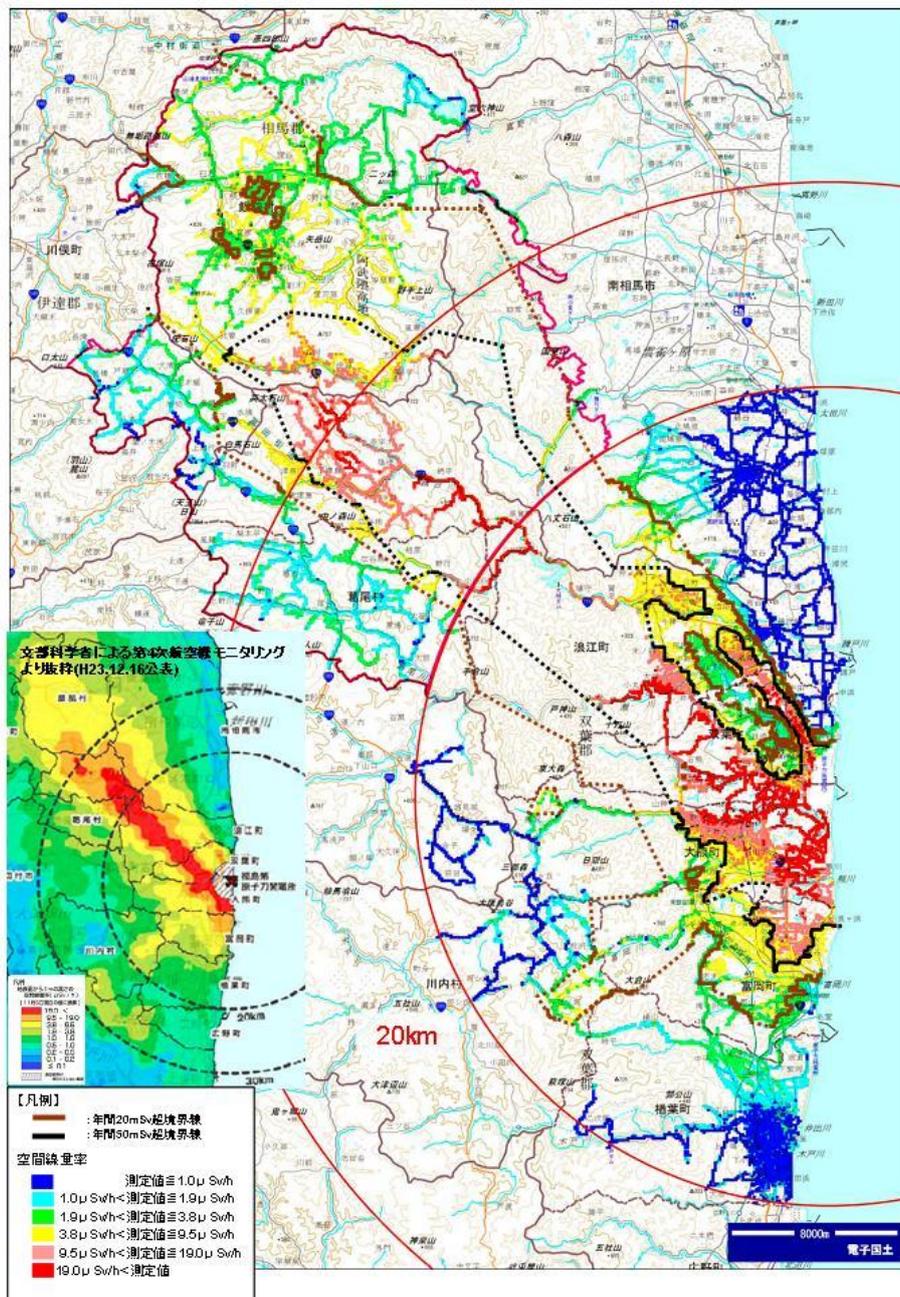
具体的には、20 mSv/年 (3.8 $\mu\text{Sv/h}$) の境界線は、緑色のメッシュ (1.9~3.8 $\mu\text{Sv/h}$) と黄色のメッシュ (3.8~9.5 $\mu\text{Sv/h}$) の境、50 mSv/年 (9.5 $\mu\text{Sv/h}$) の境界線は、黄色のメッシュ (3.8~9.5 $\mu\text{Sv/h}$) と桃色のメッシュ (9.5~19.0 $\mu\text{Sv/h}$) の境となる。なお、明瞭にメッシュの境が確定できない場合は、空間線量率が高いメッシュを包含するよう安全サイドに境界線を設定した

この境界線を踏まえ、居住地を中心とした20 mSv/年 (3.8 $\mu\text{Sv/h}$) ~50 mSv/年 (9.5 $\mu\text{Sv/h}$) の空間線量率分布を「文部科学省による第4次航空機モニタリングの測定結果」(平成23年11月5日現

在)と比較してみると、詳細モニタリング結果では、大きく以下の2点で分布状況が異なることが分かる。

- ・福島第一原子力北西地域で、双葉町および浪江町の東部では、発電所から北西に延びる50 mSv/年 (9.5 μ Sv/h) 以上のエリア (桃色, 赤色メッシュ) と、それと並行する20 mSv/年 (3.8 μ Sv/h) 以下のエリア (緑色メッシュ) が、明瞭に描かれている。
- ・飯館村では、航空機モニタリングで描かれない20 mSv/年 (3.8 μ Sv/h) 以下のエリア (緑色メッシュ) が、明瞭に描かれている。

詳細モニタリング結果 境界線記入版 全体図



付図 1-9 100mメッシュのマッピングによる空間線量率境界線