

2.3 計画策定

(1) 除染実施に関する基本的考え方

除染実施に関する基本的考え方を図 2.3-1 に示す。

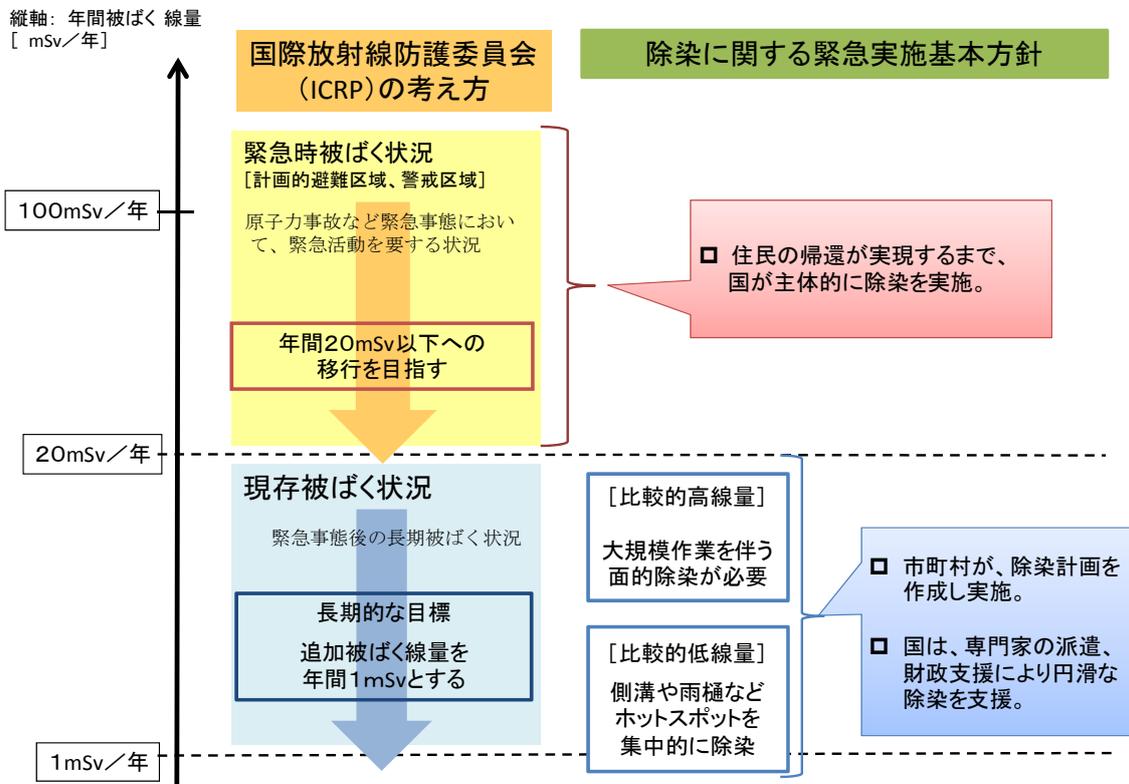


図 2.3-1 除染実施に関する基本的考え方

除染実施における暫定目標として、「除染に関する緊急実施基本方針」（平成 23 年 8 月 26 日 原子力災害対策本部）では、国際放射線防護委員会（ICRP）の 2007 年基本勧告（ICRP，2007）及び原子力安全委員会の基本的考え方（原子力安全委員会，2011）を踏まえ、緊急時被ばく状況^{*}（現在の運用では、追加被ばく線量が年間 20 mSv 以上）にある地域を段階的かつ迅速に縮小することを目指すこととなっている（内閣府，2011a）。また、現存被ばく状況[#]（現在の運用では、年間 20 mSv 以下の地域）にある地域においては、追加被ばく線量が年間 1 mSv 以下となることが目標とされている。

「除染に関する緊急実施基本方針」によれば、事故発生から 1 年の期間内に積算線量が 20 mSv を超えるおそれがあるため避難指示を受けている地域（計画的避難区域）では、除染の実施にあたり高いレベルの技術が必要であるとともに、作業員の安全の確保に十分な配慮が必要であるため、避難指示が解除され住民が帰還するまで、県及び市町村と連携の上、国が主体的に除染を実施する。また、計画区域についても同様に避難指示が解除され、住民が帰還するまで、県及び市町村と連携の上、国が除染を実施する。さらに、特に追加被ばく線量が年間 20 mSv を大幅に超える区域においては、まずは、国が除染のモデル事業を実施することで、高線量域における効率的・

^{*} 緊急時被ばく状況とは、原子力事故または放射線緊急事態の状況下において、望ましくない影響を回避もしくは低減するために緊急活動を必要とする状況のこと。

[#] 現存被ばく状況とは、緊急事態後の長期被ばくを含む、管理に関する決定を下さなければならない時に、既に存在している被ばく状況のこと。

効果的な除染技術や作業員の安全を確保するための方策を確立することとなっている。

一方、追加被ばく線量が年間20 mSv以下の地域は、放射性物質による汚染が及んでいるものの、行政機能は域内にあり、住民も居住しており、個別事情や住民のニーズを把握しているコミュニティ単位での計画的な除染が最も効果的であると考えられる。そのため、市町村において、「市町村による除染実施ガイドライン」（平成23年8月26日 原子力災害対策本部；内閣府，2011b）に基づき、汚染の状況や住民のニーズに応じた除染計画を策定、除染作業を実施するとともに、国は専門家の派遣や財政支援を行い、除染作業が円滑に進むことを支援することとなっている。

除染モデル実証事業は、このような除染実施に関する基本的考え方を踏まえ、高線量域における効率的・効果的な除染技術や作業員の安全を確保するための方策の確立等に資することを目的として実施した。

環境省が策定した除染ガイドラインでは、福島第一原子力発電所の事故に伴う環境汚染への対処として除染等の措置を行うにあたっては、以下の点に留意し、除染作業を進めていく必要があることが述べられている（環境省，2011）。

- 飛散・流出防止や悪臭・騒音・振動の防止等の措置をとり、作業に伴う人の健康や生活環境への影響を抑えること
- 除染対象の汚染の特徴を踏まえて、適切な方法で除染し、その前後の測定により効果を確認する等、人の生活環境における線量を効果的に低くすること
- 発生する除去土壌を小さくするように努めること

除染モデル実証事業についても、上記の留意点を考慮して実施した。

平成23年3月に発生した福島第一原子力発電所の事故により、大量の放射性物質が大気中に放出された。内田ほか（2011）によれば、事故発生後4ヶ月程度が経過した時点では、土壌中に検出される主な放射性核種は、テルル-129m (^{129m}Te)、セシウム-134 (^{134}Cs) およびセシウム-137 (^{137}Cs) であった。これらの核種の半減期は、 ^{129m}Te では33.6日、 ^{134}Cs では2.0648年、 ^{137}Cs では30.07年である（原子力ハンドブック編集委員会，2007）。除染モデル実証事業における除染作業を開始したのは、事故後8ヶ月程度が経過した平成23年11月以降であったことから、同事業において除染の対象とする放射性物質は放射性セシウム (^{134}Cs および ^{137}Cs) とした。ただし、福島第一原子力発電所の近傍等は、放射性セシウム以外の放射性物質（例えば、ストロンチウム-90： ^{90}Sr 等）により汚染されている可能性もある（内田ほか，2011）ので、必要が生じれば放射性セシウム以外の放射性物質についても除染の対象とすることとした。

放射性物質による汚染の特徴は、建物等の工作物、道路、土壌及び草木等の除染対象によっても異なるため、各々の汚染状況や汚染の特徴に適した除染方法を用いる必要がある（環境省，2011）。除染モデル実証事業で対象とする放射性セシウムの場合、事故に伴い大気中に放出された後、雨水等とともに地表に降下し、建造物からの雨だれの跡、側溝、雨樋、水たまり、くぼみ、樹木の下といった場所に集積していると考えられた。また、セシウムは、一般に粘土鉱物を含むような土に付着し易いと言われており（たとえば、Zachara et al., 2002；Tsukada et al., 2008；内田ほか，2011），雨水等とともに地表に降下した放射性セシウムは、土壌の表層近くに多く付着していると考えられた。除染の計画策定にあたっては、このような放射性セシウムによる汚染の特徴を捉え、放射能濃度の高い場所を特定して、その場所の特徴等に応じた適切な方法を適用することとした。

事故発生後、これまでに、県や市町村等の各自治体により家屋等の除染が試行的に行われ、除染マニュアル等が作成されてきた（たとえば、福島県，2011；福島市，2011；茨城県，2011）。これらの除染作業では、放射線量への寄与の大きい比較的高い濃度で局所的に汚染された箇所（たとえば、雨樋，屋根，側溝等）を対象に、放射性セシウムの付着し易いと考えられる落ち葉，苔，土等を除去することによって、除染箇所周辺の放射線量を低下させている。しかしながら，Cs-137による γ 線の空気中における平均自由行程（108m；岩元ほか，2011）を考慮すると，こうした局所的な（点的な）除染では，除染を行っていない周辺の汚染源に由来する γ 線の影響を排除した除染効果の評価を行うことが困難であり，今後予定されている広範囲に及ぶ本格的な除染に向けた面的除染効果を適切に評価できない。このため，除染モデル実証事業では，除染対象物毎の除染や個々の除染技術による除染効果のみならず，日常の生活環境にわたる比較的広い範囲を対象とした面的除染とその評価を行うことを重視して計画策定を行った。

(2) 除染モデル実証事業全体の流れ

除染モデル実証事業全体のフローの例を図 2.3-2 に示す。本モデル実証事業の推進に当たり，以下の各計画を作成することとした。

- ・ 除染事業全体計画書
- ・ モニタリング計画書
- ・ 除染作業実施計画書
- ・ 除去物処理・仮置計画書
- ・ 放射線・安全管理計画書

図 2.3-2 に示したように，除染モデル実証事業には除染実施対象地区の対応と除去物の仮置場や現場保管場（以下，仮置場等）の対応の 2 系列の流れがあり，それぞれに自治体・住民の同意を得ることが必要になることから，これらに適時対応していくことが，より合理的かつ短時間に除染を進める上で重要と考えられた。

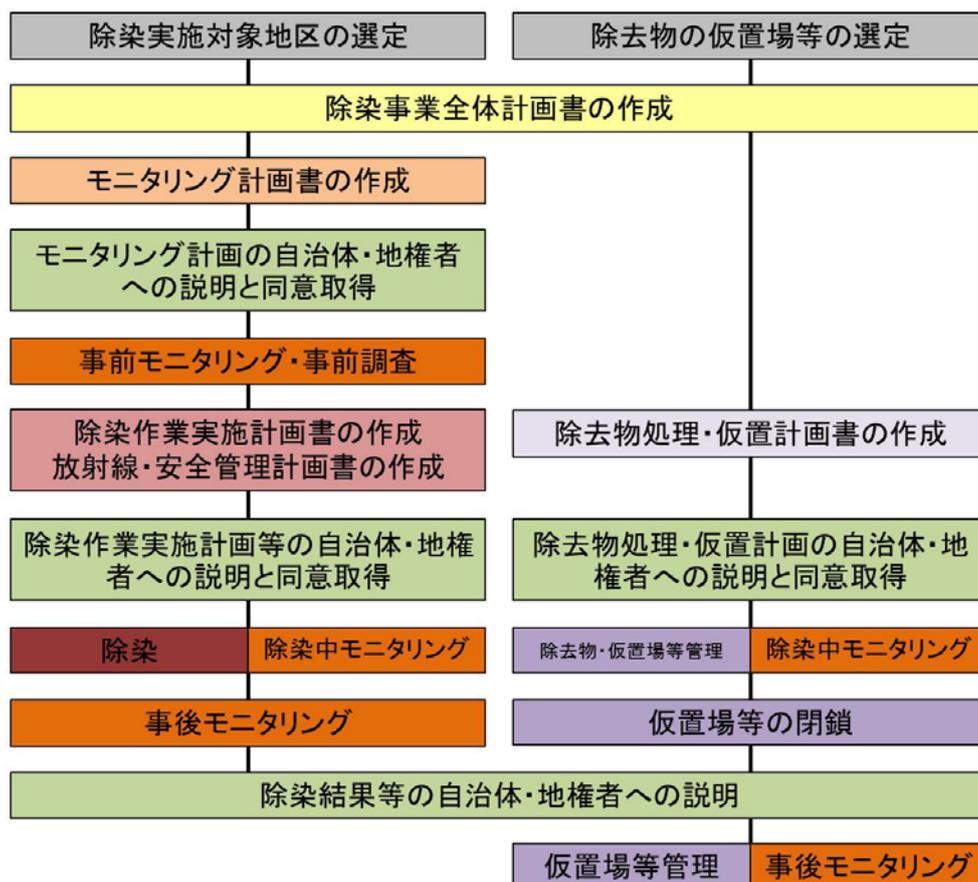


図 2.3-2 除染モデル実証事業全体フローの例

除染事業全体計画は、このような全体フローに基づき、モニタリング，除染，除去物処理・仮置き，放射線・安全管理，自治体・住民対応等，本事業を構成する主な作業間の連携をとり，事業全体を円滑に進めるために作成した。除染事業全体計画には，以下の項目を記載することとした。

- ・ 除染作業，モニタリング，除去物の処理・運搬・仮置き等を含めた全体スケジュール
- ・ 技術開発・適用スケジュール（必要に応じ）
- ・ 資機材の運用方法
- ・ 品質・工程・安全確保・環境保全に関する管理方法

(3) 事前調査

事前調査は，除染実施対象地区およびその周辺に対し，除染作業を進める上で必要な基本要素を埋める以下の目的のために実施した。

- ・ モニタリング，除染，除去物管理等一連の作業を進めるために必要なインフラ整備及びユーティリティスペース状況等を含む現地状況の確認
- ・ 除染方法を検討する際に必要な材質等の情報の収集
- ・ 除染方法を検討する上で考慮すべき事項の洗い出し
- ・ 表層水・地下水等潜在的な放射性物質の移行経路の把握

この目的を踏まえた事前調査の項目例を表 2.3-1 に示す。

表 2.3-1 事前調査項目

対 象	主 な 確 認 項 目
全般	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土地の利用状況・土地の種別 ・ 地形情報，積雪・凍結状況を含む気象情報など ・ 作業実施区域までのアクセスルート（道路状況） ・ インフラ（上下水道・電気・ガス）の状況 ・ 除染実施対象地区内の震災による被災状況 ・ 休憩所，資材置き場，作業員駐車場等のユーティリティスペースの有無 ・ 表層水の移動方向（三次元的な地形） ・ 野生化した家畜やペットなどの状況 ・ 航空写真や地図から判別した土地利用形態の再確認
森林	<ul style="list-style-type: none"> ・ 樹木の種類 ・ 樹木高さや生育密度 ・ 内部の植生の状況 ・ 土の状況
農地	<ul style="list-style-type: none"> ・ 湿潤状態 ・ 耕作・植生の状況 ・ 用水路・排水路の経路などの状況 ・ 土壌の種類
宅地	<ul style="list-style-type: none"> ・ 民家等の材質・構造 ・ 震災による被災状況 ・ 経年劣化の状況 ・ 雨水等排水経路の状況 ・ 民家周辺の状況（森林，田畑，傾斜，残物の有無等） ・ 庭の状況（土の種類，芝・舗装状況，庭木の有無等）
公園・グラウンド	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地表面の状況（土の種類，芝・舗装状況，花木類の有無等） ・ 遊具の有無，設置状況，材質
大型構造物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 構造物の主要材質，種類， ・ 震災による被災状況 ・ 雨水等排水経路の状況 ・ プール・池の有無
道路	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路の種別（国道・県道・市町村道） ・ 道路の状況（幅員，交通量，震災による被災状況） ・ 舗装状況（舗装の有無，種類，破損状況） ・ 側溝・排水弁等の有無
仮置場・現場保管場	<ul style="list-style-type: none"> ・ 面積，地形，表層水，地下水の状況 ・ 地盤の状況 ・ 運搬経路の道路状況 ・ 保管方法の概念との整合性

2.3.1 除染実施対象地区の地権者等への説明・同意取得の計画

① 設計思想

除染モデル実証事業の実施にあたっては、除染実施対象地区住民の理解、除染対象となる農地、宅地等を所有する地権者等の同意が不可欠と考えられた。しかし、地域情勢や避難状況などは地域ごとに異なっていることから、地域住民への説明方法、地権者等からの同意取得方法、確認事項等については、事前に自治体等と十分に調整を図るようにした。また、同意取得を円滑に進めるため、地域住民及び地権者等とのコミュニケーションを密に行い、関係者の意向を充分把握することを重視した。

②計画

除染モデル実証事業の実施にあたって事前に考慮した地権者等の同意に関する内容は、

- a) 除染モデル実証事業の受け入れに関するもの
- b) 除去物の仮置場等に関するもの
- c) 事前調査のための土地等への立ち入りに関するもの
- d) 個別の除染メニューに関するもの
- e) 除去物の処理・仮置きの方法に関するもの

の5項目であった。

これらの項目の同意（合意）取得方法は、地域の状況や住民の方々の避難状況などにより異なる。原子力機構が主体的に行ったもののうち、c)、d)については、除染を行う個人の財物の状況等についての情報を取扱うことから、地権者等への個別訪問や、地域単位での説明会の前後の機会を捉えた個別懇談等による対応を行うこととした。この場合、分かりやすい資料や説明の準備が重要であるが、放射線や除染技術に係る専門的知見を有する者の他に、建物診断士や渉外担当者といった専門的知見を有する者の意見も得られる体制をとることとした。さらに、説明前後に発生する地権者等からの個別の要望や質問にも適宜対応することとした。

なお、地権者等の同意取得にあたっては、どのような方法で地権者の同意を得ていくかについて最初に関係自治体と協議を行うこととした。自治体によって求める同意取得の方法が異なることが想定されるため、地域単位での住民説明会を開催する方法、直接地権者を訪問する方法、また、資料送付によって同意をとる方法、さらには同意取得のプロセスとして区長会等の場での合意形成を得る方法などで対応することとした。また、住民説明会についても関係自治体と協議を行い、その除染実施対象地区内の地権者のみを対象とする方法、その除染実施対象地区の周辺地域の住民も対象に含める方法、関係自治体の住民全体を対象とする方法などで対応することとした。地域によって同意取得の方法は変わり得るので、住民説明会の開催や、地権者等への個別の対応のいずれの場合においても、関係自治体と十分なコミュニケーションをとり、日程調整等についても協力を仰ぐこととした。また、これらの作業は、地域の事情を勘案しつつ、関係する住民等のご都合にも配慮して進めていくことが必要となることから、当初の想定以上の時間を要する場合を想定して除染事業全体計画を策定することとした。

2.3.2 除染作業計画策定と除染効果測定のためのモニタリング実施計画の策定

モニタリングは除染作業の段階に応じて、除染実施前の汚染状況の把握を行う「除染実施前のモニタリング」、個別除染手法の除染効果を把握するための「除染作業中のモニタリング」、除染の結果を把握する「除染実施後のモニタリング」の3段階に分けて実施することとした。これらの流れは図2.3.2-1の通りであり、モニタリングの測定箇所と測定内容を表2.3.2-1に、測定項目と測定方法を表2.3.2-2にそれぞれ示す。また、モニタリングの計画・解析を含めた体制を図2.3.2-2に、代表的な測定人員構成例を表2.3.2-3に示す。

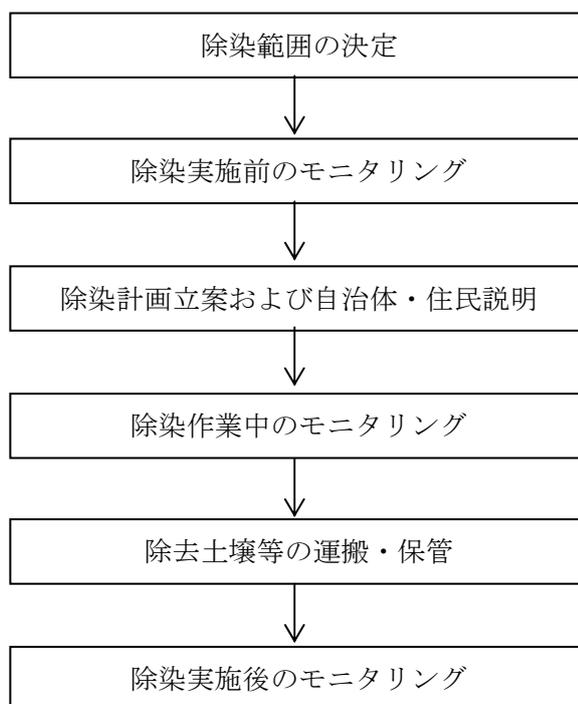


図 2.3.2-1 モニタリングの種類と実施順序

表 2.3.2-1 測定箇所と測定内容

測定箇所	除染実施前	除染作業中	除染実施後
除染実施対象 地区及び その周辺	・地表・空間の線量率等 ・水・土壌等の放射性物 質濃度	・地表・空間の線量率等 ・水・土壌等の放射性物 質濃度	・地表・空間の線量率 等 ・水・土壌等の放射性 物質濃度
	—	・大気中の放射性物質濃 度	—
仮置場等 及び アクセス道路	—	・地表・空間の線量率等 ・水・土壌等の放射性物 質濃度	・地表・空間の線量率 等 ・水・土壌等の放射性 物質濃度

表 2.3.2-2 測定項目と測定方法

測定項目	依拠・準拠方法
線量率・表面密度	放射線測定に関するガイドライン（平成23年10月21日 文部科学省，原子力機構），学校等における放射線測定の手引き（平成23年8月26日，同），除染関係ガイドライン（平成23年12月，環境省）
放射性物質濃度	<p>サンプル採取</p> <p>水・樹皮・枝：「環境採取法」（昭和58年，文部科学省）</p> <p>土壌・落葉：「空間線量率（1センチメートル線量当量率）の測定及び土壌試料の採取に係る要領書」（平成23年5月26日，文部科学省）</p> <p>試料の調製</p> <p>「緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法 第4章 飲料水および湧水，第7章 葉菜類，第11章 土壌」（平成4年，文部科学省）</p> <p>試料の放射能測定測定</p> <p>「緊急時における食品の放射能測定マニュアル 第2章 2 ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリーによる核種分析法」（平成14年，厚生労働省）または「放射能測定法シリーズ 6 NaI (Tl) シンチレーションスペクトロメータ機器分析法」</p>
ダスト濃度	・ 空气中放射性物質濃度の測定

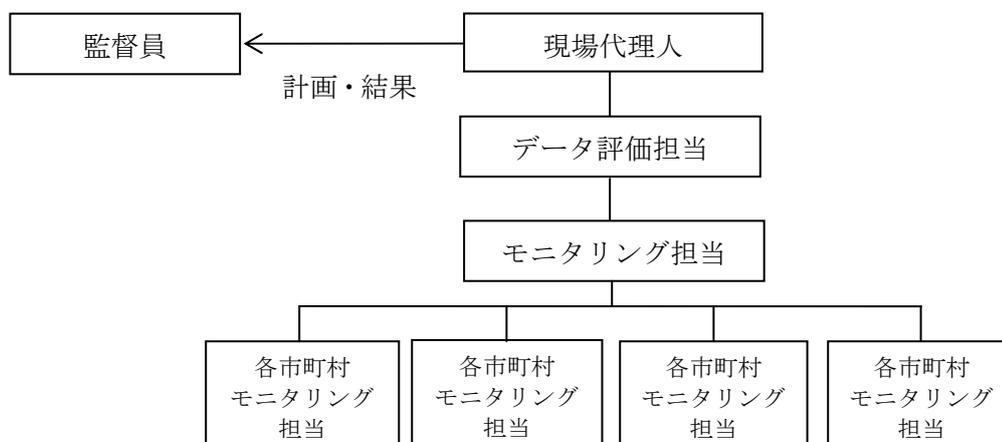


図 2.3.2-2 除染モデル実証事業におけるモニタリング体制

表 2.3.2-3 代表的な測定人員構成例

測定項目	1班あたり人数	市町村あたり班数	備考
表面密度・線量率	3人程度 (測量除く)	数班～10班程度	メッシュ・非メッシュ
		数班	除染中(エリア別)・定点
環境サンプル(水質・土壌等)採取	3人程度	1班	
ダスト採取	3人程度	1班	

(1) 本事業における除染作業計画策定のためのモニタリング計画

①設計思想

除染作業計画策定のためのモニタリングの目的は、以下の通りである。

- ・ 除染方法の選択に向けた除染前の空間線量率等の把握
- ・ 除染作業自体の有効性の評価のための事前の情報取得
- ・ 除染作業による環境改善結果の把握のための事前の情報取得
- ・ 除染作業が公共用水域へ与える影響の確認のための事前の情報取得
- ・ 除染に伴う放射性物質飛散の程度を確認するための事前の情報取得

モニタリングの主たる対象範囲は除染作業を行うエリアとし、下記に掲げる場所についても合わせてモニタリングの対象とすることとした。

- ・ 除染作業を行う範囲の周辺 100 m 程度の道路上の場所
- ・ 除去土壌等の仮置場または一時保管場所、また除染作業場所からこれらの場所までのアクセス道路
- ・ 公共用水域が除染作業を行う範囲にない場合は、除染作業を行う範囲の周辺の適切な場所

②計画

モニタリングの計画は、上記に掲げた設計思想を踏まえ、放射性物質による汚染状況や土地利用区分、適用する除染手法、公共用水域の位置等を勘案して立案することとした。

a) 測定箇所・頻度

除染地域全体の汚染状況を把握する除染事業開始時のモニタリングにおいては、人が多く出入りする大型構造物（学校・役場・公園等）は基本的に 10 m 間隔とし、また宅地は屋根・壁・庭等を部位ごとに表面密度・線量率の測定を行うこととした。それ以外の森林、農地・道路等については 30 m 間隔を基本に測定を行うこととした。併せて、土壌や水質等の放射性物質濃度を数点測定することとした。

b) 測定項目・測定機器

モニタリングを的確に実施するためには、用途に応じた資機材の使用、適切な測定手法の順守が必要である。測定項目と測定機器の例を表 2.3.2(1)-1 に、各測定器を図 2.3.2(1)-1～図 2.3.2(1)-5 に示す。

除染に際しては様々なモニタリングが必要であるが、モニタリング着手から結果判明まで時間を要するものも多い。除染モデル実証事業においては Ge 半導体式の放射性物質濃度測定がこれに該当し、結果が判明するまで数日を要するため、一部の測定に LaBr₃ シンチレーション式測定装置（ベクレルモニタ）を導入することとした。前処理後の測定時間は 15 分程度と短時間で済むことから、非常に効率的である。

表 2.3.2(1)-1 測定項目と測定機器

測定項目	主な使用資機材
線量率	NaI シンチレーション式サーベイメータ CsI シンチレーション式サーベイメータ
表面密度	GM 計数管型サーベイメータ
放射性物質濃度	ゲルマニウム半導体式測定装置 NaI スペクトロメータ
ダスト濃度	ハイボリュームエアサンプラー GM 計数管型サーベイメータ



図 2.3.2(1)-1 NaI シンチレーション式サーベイメータ



図 2.3.2(1)-2 GM 計数管型サーベイメータ



図 2.3.2(1)-3 NaI スペクトロメータ



図 2.3.2(1)-4 ダストサンプラーによる測定

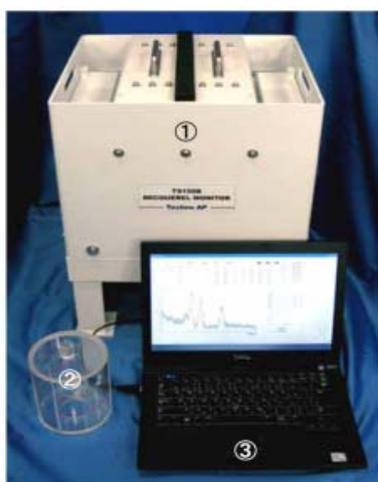


図 2.3.2(1)-5 LaBr₃ シンチレーション式測定装置（ベクレルモニタ）の例

TS100Bベクレルモニターの構成
 ①本体 (TS100内蔵)
 ②マリネリ容器 (700ml)
 ③ベクレルモニターソフトウェア

(2) 本事業における除染効果測定のためのモニタリング計画

①設計思想

除染効果測定のためのモニタリングの目的は、下記の通りである。

- ・ 除染作業自体の有効性の評価のための除染後の空間線量率等の把握
- ・ 除染作業による環境改善結果の把握
- ・ 除染作業が公共用水域へ与える影響の確認
- ・ 除染に伴う放射性物質飛散の程度の確認

モニタリングの主たる対象範囲は、除染作業計画策定のためのモニタリング計画と同様に除染作業を行うエリアとし、下記に掲げる場所についても合わせてモニタリングの対象とすることとした。

- ・ 除染作業を行う範囲の周辺 100 m 程度の道路上の場所
- ・ 除去土壌等の仮置場または一時保管場所、また除染作業場所からこれらの場所までのアクセス道路
- ・ 公共用水域が除染作業を行う範囲にない場合は、除染作業を行う範囲の周辺の適地

②計画

モニタリングの計画は、上記に掲げた設計思想を踏まえ、放射性物質による汚染状況や土地利用区分、適用した除染手法、公共用水域の位置等を勘案して立案することとした。

a) 測定箇所・頻度

除染作業後の対象地域全体の汚染状況を把握する除染事業終了時モニタリングにおいては、人が多く出入りする大型構造物（学校・役場・公園等）は基本的に 10 m 間隔で、また宅地は屋根・壁・庭等を部位ごとに表面密度・線量率の測定を行うこととした。それ以外の森林、農地・道路等については 30 m 間隔を基本に測定を行うこととした。併せて、除染作業計画策定のためのモニタリング計画と同様に土壌や水質等の放射性物質濃度を数点測定することとした。

除染中においては、除染を適用した場所ごとに作業前後の表面密度を測定するほか、工程の進捗に伴い除染範囲の 10～30 点程度の空間線量率を毎日、また公共用水域の水の放射性物質濃度を定期的に、作業環境におけるダスト濃度を適宜測定することとした。

b) 測定項目・測定機器

各モニタリングを的確に実施するためには、用途に応じた資機材の使用、適切な測定手法の順守が必要であり、除染作業計画策定のためのモニタリングと同様に実施することとした。

(3) 本事業におけるフォローアップ調査計画

①設計思想

本除染モデル実証事業によって除染作業を行ったエリアおよび仮置場については、除染中および除染後、又、除去物搬入中、搬入後について、経時的な空間線量率の推移を把握しておくことが望ましい。特に、除染後の空間線量率の変化については住民の関心が高いことが想定されることから、除染モデル事業実証事業の作業期間中の空間線量率の経時的な変化を定点を設けて把握することとした。

②計画

除染中については、すべてのエリアにおいて定点モニタリングポイントを設定し、毎日、空間線量率（1m, 1cm）および表面密度を計測して記録した。除染中の除染エリアの計測結果の推移を経時的に把握しながら除染を進め、さらに仮置場についても敷地境界を重点的にモニタリングポイントと設定してモニタリングを行う事とした。

2.3.3 除染作業に係る計画

(1) 除染作業実施計画

①設計思想

除染モデル実証事業は、ある程度広範な面的除染の実施を通じ、今後、国が主体となり実施する除染特別地域を対象とした本格的除染への反映を念頭に、費用対効果が高くかつ効果が実証された除染方法の提示、除去土壌等の可能な限りの減容化、作業員の放射線防護に関わる安全確保の方策の確立等を行うことが求められた。

このため、除染モデル実証事業では、「除染技術カタログ」(内閣府, 2011)や EURANOS プロジェクトが取りまとめた「除染技術データシート」(日本原子力学会, 2011)に記載されている除染技術や、事故以来福島県内の各地で実施された試行的な除染において国及び自治体もしくはボランティアが採用している除染技術など、既にある程度の除染効果が確認されている除染技術を中心とし、それぞれのJVが提案した除染技術を採用することとした。

また、除染作業計画の具体化にあたっては、除染技術毎の除去効果、コスト、必要要員数、除去物の発生量や性状、作業に伴う被ばく線量、安全性、除染技術の課題や限界、面的な除染効果について、必要なデータや知見を取得するとともに、社会的・法的制約事項などを反映できるように留意することとした。

②計画立案に当たり考慮すべき事項

除染作業実施計画立案にあたっては、以下の事項を考慮する必要があると考えられた。

a) 除染実施対象地区の基本情報

- ・位置・範囲・面積：境界を構成する構造物の範囲への包含有無
- ・地形情報：標高、傾斜、土壌の特徴、植生、表層水理
- ・気象情報：気温、降雨量、降雪量

b) インフラ整備状況

- ・給排水(上下水道)状況：除染に用いる水の給水場所(水道、井戸水、河川水等)、除染水の回収場所(側溝、排水枡)、排水場所(下水、マンホール、排水処理施設等)
- ・通電状況：電気利用可能性、携帯電話電波状況
- ・道路・アクセスルートの整備状況：舗装の有無、舗装・凸凹状況、地盤、道幅、交通量
- ・利用可能施設状況：休憩場所、トイレ

c) ユーティリティスペース状況

- ・スクリーニングサイト：BG、建物設置スペース・駐車スペース、道路からのアクセス
- ・資機材置場：置場スペース、道路からのアクセス
- ・駐車場：駐車スペース(乗用車、バス)、道路からのアクセス
- ・休憩所：十分な建物スペース、低BG、出入りのしやすさ

d) 事前モニタリング結果

- ・線量率分布：メッシュポイントの線量率等
- ・ホットスポット位置：構造物周辺のホットスポットの線量率等
- ・主たる線源位置(地表面、上方、水平遠方)：空間線量率/表面線量率/表面密度の比較

e) 除去後の安全上必要な措置

- ・除染済みのエリアの作業通路設定：作業員・作業用車両動線
- ・除染済みエリアへの立ち入り制限：一般人・一般車両動線

③除染方法の設定

上記の事項を考慮し、除染方法を設定する。除染対象物を以下のように分類し、①の設計思想に基づき、それぞれについて基本とする方法の他、複数の代替方法を用意することとした。

a) 宅地

- ・家屋：屋根，壁，窓，サッシ，雨どい
- ・庭：庭土・コンクリートたたき（土間）・砂利等

b) 大型構造物

- ・建物：屋根，壁，窓，サッシ，雨どい
- ・庭：庭（土・芝・碎石等），グラウンド，植栽，遊具，駐車場（舗装，砂利）
- ・水関係：プール，側溝・枡，池，防火水槽

c) 農地

- ・耕作地：田，畑，ビニールハウス，果樹園
- ・その他：畦道，法面

d) 道路

- ・路面：舗装道路，未舗装道路
- ・その他：側溝，排水枡

e) 森林（常緑樹林，落葉樹林，竹林，混合林）

- ・地表面：下草，落葉，腐植土，表土
- ・樹木：樹幹，枝葉，樹木

④除染条件・管理値

各除染を適切に管理するため、それぞれの技術の管理値を設定することとした。管理値としては、例えば、剥ぎ取り・切削技術については深さ、洗浄については洗浄時間などがある。計画段階で設定することが困難な場合は、本除染に先立ちエリアを区切って試験的な除染や放射性物質濃度測定等を行い、これらに基づき管理値を設定することとした。

また、除染条件についても、一般的な条件を設定することとするが、計画段階で設定することが困難な場合は除染条件をパラメータとした試験的な除染等を行って、条件を設定することとした。

⑤除染手順

除染の原則は、高度：高い場所から低い場所へ、表層水の流れ：上流から下流へ、表面密度：高い場所から低い場所へ、という手順である。しかし、除染モデル実証事業では、除染の効果を高精度で評価する場合には、これとは異なる手順による除染も行うこととした。例えば、森林除染や家屋除染の効果を高精度で評価する場合には、周囲の地表面の除染を先に行い、バックグラウンド線量率を下げてから、評価対象箇所である森林や家屋の除染を実施することとした。

(2) 洗浄水の回収・処理・排水計画

① 設計思想

(i) 作業に使用する水の確保

除染実施対象地区については、震災の影響などにより上水道が供給停止となっている場合や簡易水道のみの場合などがあり、除染に使用する作業水の確保が課題となった。そこで、作業に使用する水については、水中の放射性セシウムの濃度を確認したうえで除染実施対象地区内にあるプールや河川からの取水、除染実施対象地区外の水源からの運搬などの方法により確保することとした。

(ii) 排水管理

家屋や道路の除染作業に使用した除染水、回収方法が課題となった。家屋の除染については、可能な限り家屋の排水枡に誘導し回収する事とした。また、道路の除染の際に発生した除染水についても、周辺の側溝から排水経路を計画し、土のうで堰を設けて回収を行うこととした。回収した除染水は、水処理設備まで運搬し、放射性セシウムの濃度を確認し、必要に応じて排水基準まで放射性セシウムの濃度を低減する処理を行って排水することとした。

② 計画

実際の除染実施対象地区における除染水回収・処理計画の例として、給水・除染水集積箇所 の配置図を図 2.3.3(2)-1 に、除染水回収・処理計画を図 2.3.3(2)-2 および図 2.3.3(2)-3 に示す。例示した除染実施対象地区においては、この他に以下の計画により給水・除染水回収処理を実施することとした。

- ・ 家屋等洗浄用水は、河川管理者の許可を得て除染対象エリア近傍の河川の取水箇所より、4 t 散水車または 2t 車に積載した 1 m³ ポリタンクに発電機、水中ポンプで取水する。
- ・ 家屋、大型構造物等の除染水は小学校体育館裏の駐車場に置く給水槽へ給水する。
- ・ 道路用の除染に使用する水は散水車から直接使用する。
- ・ 家屋の除染水は、雨樋の流末に枡等がある箇所で回収し、回収箇所の除染水回収水槽（20m³ 水槽 2 基）に運搬・貯留する。その後、除染水回収水槽内の処理済み水が排出基準以下であることを確認し排水する。
- ・ 道路除染水は、導水方向を考慮して道路側溝や枡に数箇所堰を設置し、バキューム車で回収・除染水集積箇所へ運搬・貯留する。その後、除染水回収水槽内の処理済み水が排出基準以下であることを確認し排水する。
- ・ 除染水の飛散等による周辺の地表面部の汚染が確認された場合は、表土の剥ぎ取りを実施する。



<取水箇所の状況>



図 2.3.3(2)-1 給水・除染水集積箇所の配置図

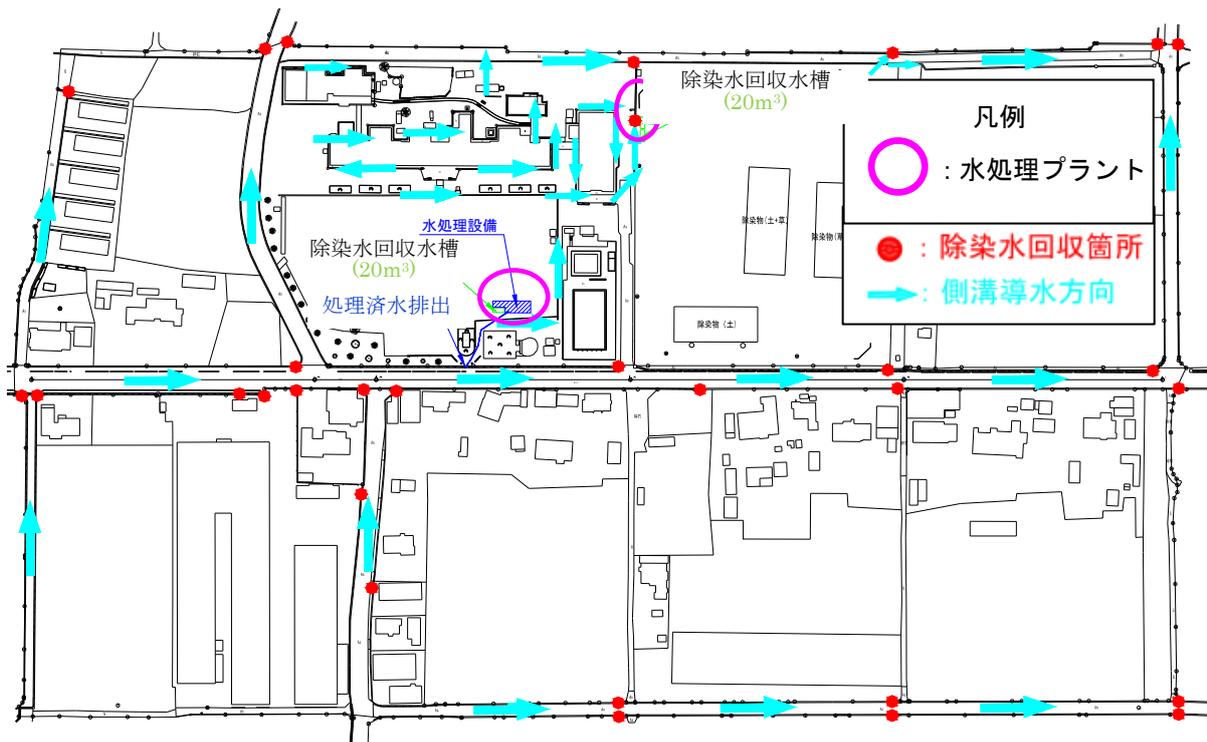


図 2.3.3(2)-2 除染水回収，処理全体計画図

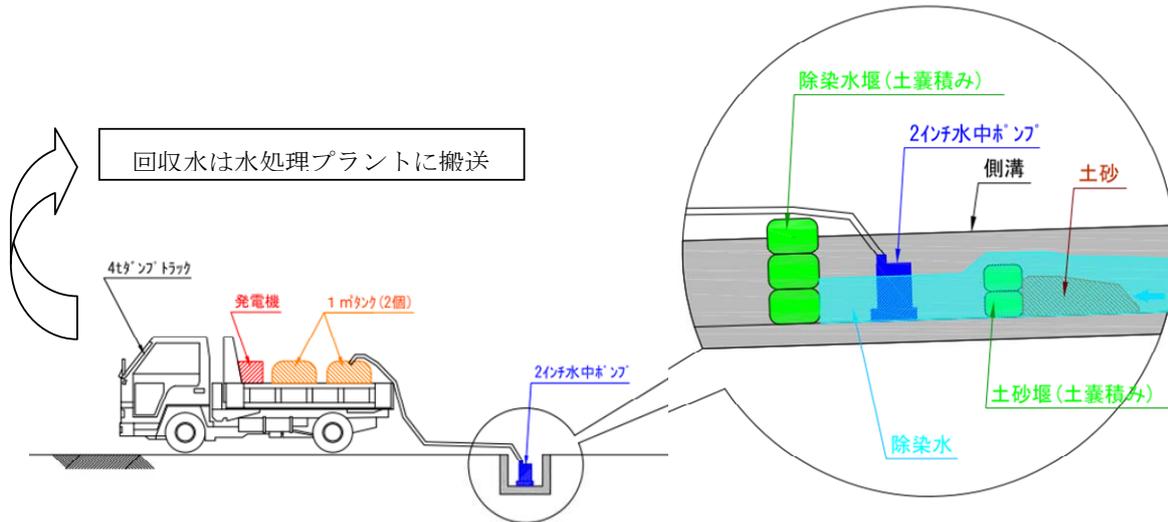


図 2.3.3(2)-3 除染水回収（側溝部）計画図

(3) 除去物の減容化計画

① 設計思想

除染により発生する除去物の減容化は、除去物の運搬や保管に要するコストに大きく影響することから、効果的な減容化手法を実証することとした。除去物は、(i)可燃性除去物、(ii)不燃性除去物、(iii)可燃性除去物と不燃性除去物の混合物、の3つに分類できるが、除染モデル実証事業においては、特に減容化が期待できる可燃性除去物を中心として減容化技術の有効性を評価することとした。

可燃性除去物の減容化については、除染実施対象地区の状況や除去物の違いに応じて適用できる方法が異なる可能性を考慮し、焼却のみならず、焼却以外の方法についても検討した。

② 計画

(i) 可燃性除去物の減容化

可燃性除去物については、大きな効果が期待される焼却による減容化を行い、その減容効果や放射性セシウムの排気中への移行など放射性物質の挙動を把握して、有効性を確認することとした。その際、放射性セシウムの排気中への移行抑制が期待できる低温焼却処理についても試験を行った。計画立案に当たっては、処理手順、排気中の放射性セシウム、焼却灰の安全な保管方法、放射性物質のモニタリング・管理方法、及び記録方法に留意した。焼却試験装置の例を図2.3.3(3)-1、および低温焼却試験装置(ロータリードライヤ)の概要の例を図2.3.3(3)-2に示す。

また、可燃性除去物のうち、樹木の枝など、そのまま容器に収納すると充填率が低くなるため、破砕機で破砕して容器に収納するなどの試験を実施することとした(図2.3.3(3)-3)。落葉や刈草については、圧縮による減容化試験なども実施することとした。

(ii) 不燃性除去物の減容化・除去物発生量抑制

不燃性除去物の大部分を占めるのは土壌である。そこで、土壌の減容化方法として圧縮等の方法を検討するとともに、放射性物質あるいは放射性物質を含む土壌成分のみを分離し、除去物発生量を抑制する方法についても試験的に実施した。

(iii) 可燃性除去物と不燃性除去物の混合物の分別

可燃性除去物と不燃性除去物の混合物としては、農地等での植物の根混じりの土壌が中心になると考えられた。これらを保管、仮置きの際に、腐敗等に伴う体積減少やガス発生等を伴う点において可燃物と同様の扱いを余儀なくされるため、このような除去物については、効果的な分別方法について検討を行い、試験を実施することとした。



焼却炉の例



排ガス処理装置例



HEPA フィルター

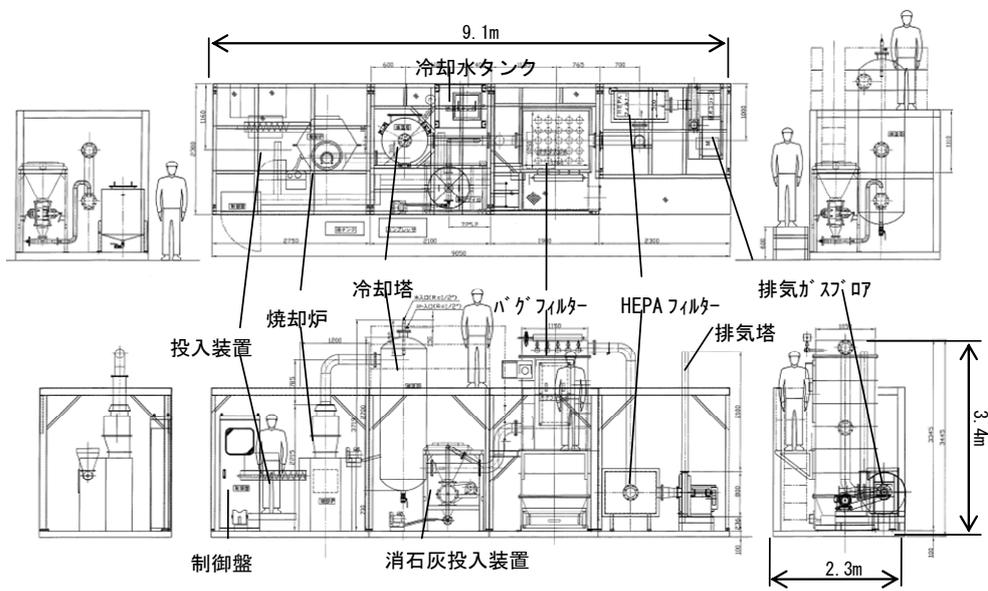


図 2.3.3(3)-1 焼却試験装置の例

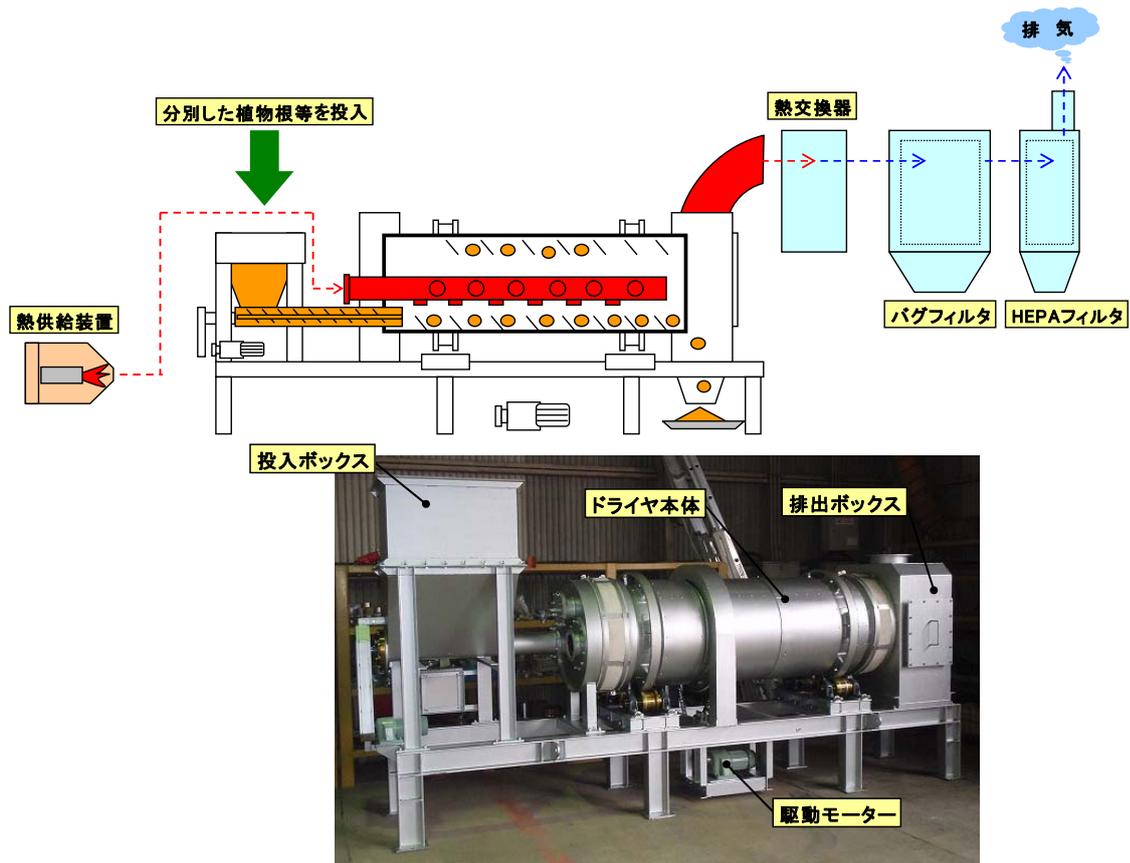


図 2.3.3(3)-2 低温焼却試験装置（ロータリードライヤ）の概要



図 2.3.3(3)-3 草木の破碎の例

(4) 除去物の収集・運搬・管理計画

① 設計思想

(a) 効率的な運搬機械及び運搬経路の選定

運搬機械は、除染実施対象地区内に仮置きや現場保管をするための仮置場もしくは現場保管場がある場合と、除染実施対象地区外にある場合のそれぞれについて適切なものを選定する。

運搬経路は、運搬距離、運搬時間帯、交通量、道路の幅員、震災による被害状況等を考慮し、地元自治体等と協議したうえで、最も効率的に除去物を運搬できる経路を選定する。

(b) 輸送時の除去物の飛散防止・確認

運搬時に除去物が飛散しないように、口を閉じることができる容器に除去物を充填する。また、運搬車両に放射性物質が付着することを防止するための対策を講じるとともに、除染実施対象地区から仮置場／現場保管場に至る運搬経路が除去物の運搬によって汚染していないかを確認する。

(c) 作業員等の被ばく低減

高線量地域では、ダンプトラックへの除去物の積載方策を工夫して運搬作業員の被ばくを低減する。また、警戒区域や計画的避難区域の外を運搬車が通行する地域では、除去物を運搬していることを知らない人が、むやみに近づき被ばくすることを防止するために、除去物の運搬車であることを明示する。

② 計画

(a) 運搬機械及び運搬経路の選定

除染実施対象地区内に仮置きや現場保管をするための仮置場もしくは現場保管場がある場合は、除去物が発生次第、随時運搬を行うために、小型のダンプトラック（積載重量4トン）やクローラダンプ等を用いることとした。一方、仮置場／現場保管場が除染実施対象地区外にある場合は、除染実施対象地区内に除去物の一時集積場を設けるとともに、一定量蓄積された時点で、大量の除去物を効率的に運搬できるよう、ダンプトラック（積載重量10トン）を用いることとした。

運搬経路や運搬時間帯は、まず、関係自治体及び地元住民等の意向を尊重しつつ、ダンプトラックが通行可能な幅員を有する運搬距離のできるだけ短い経路を選択することとした。その際、運搬に支障をきたすような交通量がないか、震災による被害はないかについても注意して選択を行った。

(b) 飛散防止策

除去物を運搬する際の除去物の被災を防止するために、密閉容器であるフレキシブルコンテナを用いることとした。フレキシブルコンテナの仕様は、直径1.1m、高さ1.1m、容量1m³、最大充填質量2tで、ポリプロピレン製あるいはポリエチレン製のものとした。フレキシブルコンテナは、保管期間が終わった後に除去物を取り出す際の除去物の飛散防止も考慮し、「災害復旧事業等における「耐候性大型土のう」設置ガイドライン」（社団法人全国防災協会、2006）の性能条件を満たしている耐候性のものを使用することとした。さらに、このフレキシブルコンテナは、除去物からの予想される放射線量に対して十分な耐放射線性を有している（日本原子力研究所、2003）ことを確認している。

(c) 二次汚染防止策

運搬車両に放射性物質が付着することを防止するために、荷台をシート養生することとした。またフレキシブルコンテナの除染実施対象地区内での運搬の際は、再汚染を防ぐため極力除染済みの範囲の通行を避けた。また、走行路の除染作業は、最後に実施することとした。

除染実施対象地区から仮置場／現場保管場に至る運搬経路の空間線量率や表面密度を運搬開始前と完了後に測定することにより、除去物の運搬により運搬経路を汚染していないことを確認することとした。

(d) 遮へい

高線量地域では、運搬作業員の被ばく低減の観点から、運転席における線量を $20 \mu\text{Sv/h}$ 以下にするように以下の対策を施した。

- ・表面線量率が $100 \mu\text{Sv/h}$ を上回る除去物は運転席から2列目以降に積載する
- ・運転席側には必ず低線量率の除去物を乗せる

(e) その他

警戒区域外や計画的避難区域の外を運搬車が通行するような地域では、運搬車の車体の外側に除去物の運搬中であることを示す標識を貼付して除去物の運搬車であることを明示した（図2.3.3(4)-1）。また、運搬車には運搬車両携行書類を備え付けるとともに、積み荷の落下や火災が発生した際の応急措置対応マニュアルも併せて携行した。



図 2.3.3(4)-1 運搬車の標識の例

(5) 作業に伴い発生した廃棄物の収集・運搬・管理計画

ここでは、除染作業等（除染作業及び機能回復措置）に伴い発生する廃棄物のうち、除去土壌等の除去物を除く廃棄物の収集・運搬・管理計画についてまとめる。

①設計思想

除去土壌等の除去物とは別に除染作業及び除染後の機能回復措置に伴い発生する廃棄物は、各除染実施対象地区内の仮置場等で保管することとした。

②計画

除染作業に伴い発生する廃棄物としては、以下のようなものが考えられる。

- ・防護資材（タイベックスーツ、マスク、手袋、シューカバー、帽子、カップ等）
- ・資材運搬・養生・目印等に用いた資材（土のう袋、フレキシブルコンテナ、木製パレット、ブルーシート、木杭等）

これらの廃棄物は、性状（可燃性、難燃性、不燃性等）ごとに分けてフレキシブルコンテナに収納し、仮置場等に運搬して除去物と同様に遮水シート内部で保管することとした。一部の防護資材はスクリーニングポイントで脱装した際に発生するが、それらについてはスクリーニングポイントで一時的に保管した後、仮置場等に運搬し、上記廃棄物と同様に保管することとした。

一方、機能回復措置に伴い、上記の除染作業に伴い発生する廃棄物と同様の廃棄物が発生し、除染作業に伴い発生する廃棄物と同様に収納・運搬するが、特措法上、除去物および除染作業に伴い発生する廃棄物とは区別した扱いを求められたため、仮置場等内の除去物及び除染業に伴い発生する廃棄物とは別の区画で、ブルーシート養生等を施して保管することとした。なお、機能回復措置で発生する廃棄物への放射性物質の付着は少なく、それらの保管場所の遮へいは不要と考えられる。

2.3.4 仮置場の整備・維持管理計画

除染モデル実証事業の開始段階においては、仮置場（一部、現場保管場を含む）の整備・維持管理に関する国の方針が示されていなかったため、一般廃棄物や産業廃棄物の最終処分場の設計事例（例えば、財団法人日本産業廃棄物処理振興センター，2011），仮置場の可燃性廃棄物の火災予防に係る検討事例（国立環境研究所，2011），原子力機構における廃棄物埋設実地試験の設計事例（阿部ほか，1996）等に基づき、まず、暫定的な仮置場の概念を検討した。その後、国により、除染関係ガイドライン（環境省，2011：本項では、「第4編 除去土壌の保管に係るガイドライン」を示す）が策定され、仮置場の整備・維持管理についても、具体的な方策が示されたため、先に検討した暫定的な仮置場概念と比較し、安全対策に関わる不備な点（耐震に関わる対応）を改善した。

① 設計思想

除染作業に伴い発生した除去物は、中間貯蔵施設へ搬出されるまでの間、適切に保管しておくことが必要である。本事業の実施に伴い発生した除去物の保管については、除染関係ガイドライン（環境省，2011）に従い、

- ・ 除染した現場等で保管する形態（現場保管）
- ・ 市町村又はコミュニティ単位で設置した仮置場で保管する形態により行った。

また、仮置場／現場保管場の整備・維持に関わる対策として、除染関係ガイドライン（環境省，2011）では、以下の2つの安全対策が求められている。

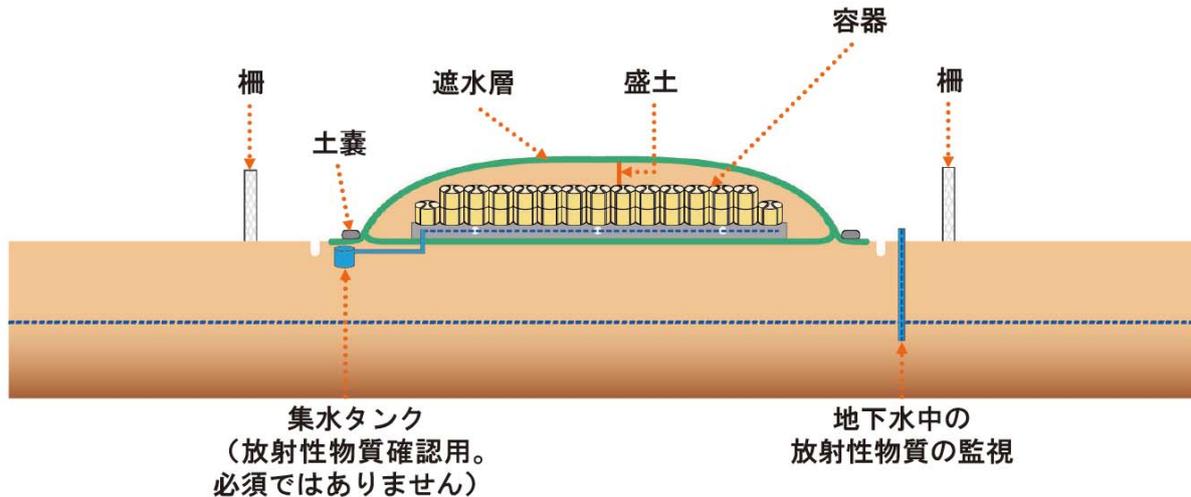
- ・ 除去土壌の放射能の濃度や量に応じて安全が確保できる保管施設を作ること（施設設計）
- ・ 除去土壌の搬入中や搬入後に適切な安全管理を行うこと。また、何らかの不具合があった場合は対策を行うこと（安全管理）

本事業においても、上記の2つの安全対策を遵守した仮置場／現場保管場の整備・維持管理が行える保管施設の建設を設計思想とした。

以下に、保管施設に求められる各要件について、除染関係ガイドライン（環境省，2011）の内容をもとに概説する（図2.3.4-1:保管施設（仮置場）の安全対策の基本イメージ（環境省，2011））。

保管施設に対する施設要件としては、除去物に含まれる放射性物質のほとんどは放射性セシウムであることを前提に、以下に示すような、放射性セシウムの特性を踏まえた要件が挙げられている。

- ・ γ 線を発生するため、濃度に応じて適切に放射線遮へいと居住地域からの離隔距離を確保すること
- ・ 一般的に、セシウムは土壌への吸着性が高いため、表土付近に滞留し、数年程度では地下水による移動は、ほとんど考えられないこと
- ・ セシウムが吸着した除去土壌そのものは、風雨等によって移動する可能性があること



現場保管・仮置場での安全対策の基本イメージ

- ① 放射性物質の飛散・流出・地下浸透の防止
●●●▶ (遮水層、容器など)
- ② 遮へいによる放射線の遮断 ●●●▶ (盛土、土のうなど)
- ③ 接近を防止する柵などの設置 ●●●▶ (柵など)
- ④ 空間線量率と、地下水の継続的なモニタリング
●●●▶ (放射性物質の監視機能)
- ⑤ 異常が発見された際の速やかな対応

※③、④、⑤については仮置場にのみ適用される基準です。

図 2.3.4-1 保管施設（仮置場）の安全対策の基本イメージ（環境省，2011）

地元自治体から仮置場／現場保管場の設置場所として提案のある敷地において、これらの要件を満たす設計が可能であることを確認するとともに、以下の点を考慮して仮置場／現場保管場の形式を検討した。

- ・ 利用可能敷地面積と除去物推定発生量
- ・ 地形の状況
- ・ 土地利用状態
- ・ 地盤状態

仮置場／現場保管場の形式については、地形の状況や土地利用状態等を考慮し、概ね図 2.3.4-2 に示す方法から選択することとした。

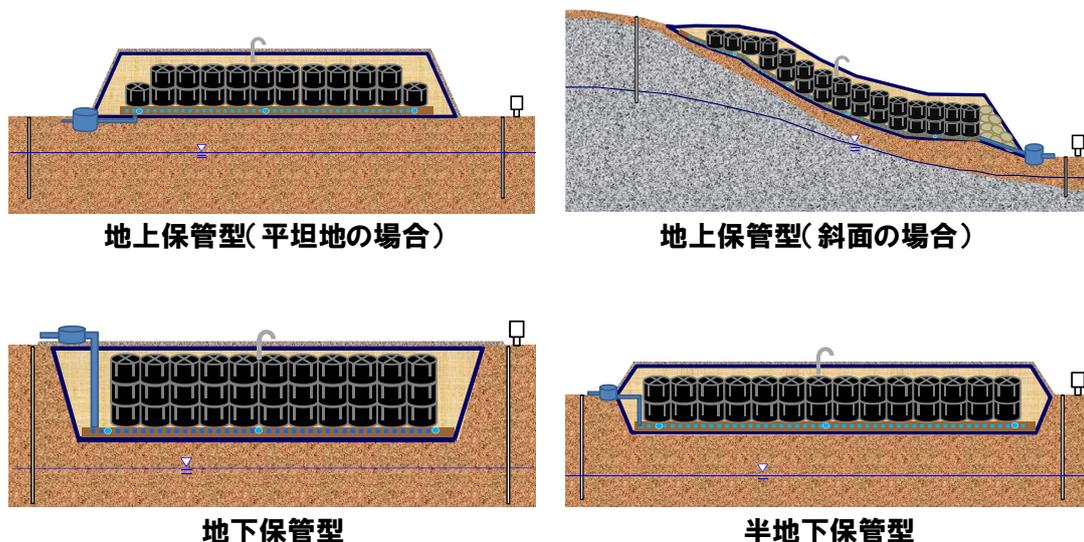


図 2.3.4-2 様々な地形の状況や土地利用状態に応じた仮置場／現場保管場のイメージ

なお、保管施設及びその管理に対する具体的な要件は、除染関係ガイドラインに、以下のように整理されている。

1) 保管施設に対する施設要件

(a) 遮へいと隔離

除去物（除去土壌等）から γ 線が発生するため、施設を人の住居等から隔離することや、土壌で覆うこと（覆土）等により、放射線による公衆の追加被ばく線量を抑える。除去土壌の搬入終了後、施設の敷地境界の外での放射線量が周辺環境と概ね同程度となり、除去土壌の搬入中においても除去土壌からの放射線による公衆の追加被ばく線量が年間 1 mSv 以下となるように施設を設計する。このような設計思想に合致するような具体的な遮へい措置の方法については、除染関係ガイドライン（環境省、2011）の 4-10～4-12 ページに示される「表 1 除去土壌の放射能濃度や施設の形状等に応じた遮へい措置と敷地境界の位置との関係（追加線量：年間 1 mSv 以下）」を参照する。

(b) 除去土壌の飛散防止

施設に除去物を搬入する際に放射性物質が飛散しないように、あらかじめ口を閉じることができる容器を用いるとともに、シート養生した上で搬入する。また、除去物の搬入後も強風等による飛散を防止するための対策を講じる。

(c) 雨水等の浸入の防止

降雨により施設に水が浸入すると、放射性セシウムが吸着した除去土壌が移動し流出する可能性があることや、有機物に付着した放射性セシウムが脱離し放射性セシウムが流出する可能性がある。このため、施設への雨水等の浸入を防止する。

(d) 除去土壌及び放射性物質の流出防止

放射性セシウムが吸着した除去土壌や放射性セシウムの流出による土壌や公共用水域及び地下水が汚染されることを防ぐ必要がある。このため、施設底面に除去土壌や放射性セシウムの流出を防止するための対策を講じる。

(e) 放射性物質以外の成分による影響防止

自然発火の恐れのある下草・落葉等の有機物を保管する区画については、内部の発熱速度が表面からの放熱速度を上回り蓄熱が促進され火災が発生する可能性があるため、蓄熱促進防止策を講じる。

(f) 耐震等

地震時に、除去物や遮へい土壌が崩落する等、遮へいや除去土壌及び放射性物質の流出防止機能を損なうことを防ぐための方策を講じる。

2) 保管施設に対する具体的な管理要件

(a) 立入制限

地元住民の方がみだりに施設内に入らないような対策を講じるとともに、除去物の保管場所である旨と緊急時の連絡先を明示する。

(b) 放射線量等の監視及び修復措置

除去物の搬入中や搬入後において、除去物が安全に保管されていることを確認する。また、施設からの放射性物質の流出の有無を確認する。これらの結果、仮置場が原因であると認められる異常が生じた場合には、必要な措置を講じる。

(c) 記録の保存

仮置場や中間貯蔵施設への除去物の運搬や保管の際のトレーサビリティを確保する。

(d) 敷地の汚染が無いことの確認

本事業では仮置場の撤去は含まれていないため、2.3.4の「仮置場の整備・維持管理」において、具体的な検討・対応は実施しなかった。

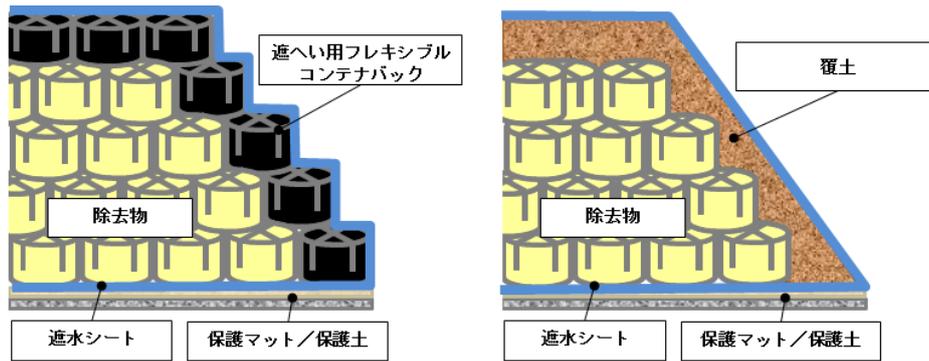
② 計画

(a) 遮へいと隔離

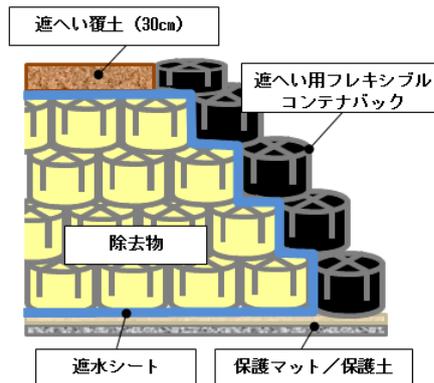
遮へいについては、葛尾村、田村市を除くいずれの仮置場／現場保管場においても土壌を遮へい材とした。遮へい材の設置方法としては、厚さ30 cm以上の覆土あるいは遮へい用フレキシブルコンテナバッグを設置し、その外側を後述する遮水シートで覆う場合と、除去物を遮水シートで覆った上で、その外側に汚染していない土壌を充てんした遮へい用フレキシブルコンテナを配置する場合の2つの方法を採用した（図2.3.4-3）。

前者の場合は、遮水シートの紫外線対策として耐候性のシートを設置するか、遮水シートの外に遮光性の保護マットを設置することとした。後者は遮水シートを紫外線や鳥獣害から防ぐことを目的とした。

なお、葛尾村及び田村市の現場保管場については、別の場所に本格除染の仮置場が設置されるまでの間の一時的な保管であり、かつ、除去物の表面線量率が低いことから、土壌等による遮へい措置を講じないこととした。ただし、除去物の定置区域と居住地区との間に十分な隔離距離を確保した。



(1) 除去物の周囲に覆土等を設置し、その外側を遮水シートで覆う場合



(2) 除去物を遮水シートで覆い、その外側を覆土する場合

図 2.3.4-3 除染モデル事業において適用した仮置場/現場保管場の遮へい方法の概念図

(b) 除去土壌の飛散防止

除去物の搬入時における飛散防止のために、フレキシブルコンテナを用いるとともに、シートで覆ったうえで搬入することとし、搬入後については、遮水シートによる覆い及び覆土によって飛散防止を図った。経年劣化しにくい耐候性のフレキシブルコンテナを採用していることは、保管期間終了後に施設から除去物を取り出す際の飛散防止策でもある。

(c) 雨水等の浸入の防止

雨水等の浸入を防止するために仮置場/現場保管場の上部を遮水シートで覆いをする事とした。

(d) 除去土壌及び放射性物質の流出防止

除去土壌の流出及びそれに伴う放射性セシウムの移動を防ぐ目的のために、仮置場/現場保管場の底面に遮水シート敷設することとした。敷設の際には、除去物の搬入の際に破損しないようにするとともに、放射性セシウムの移行を吸着によって抑制するために、除去物と遮水シートの間に保護マットや保護土を設けた。遮水シートや保護マットは、日本遮水工協会における自主基準に合格しているものを採用した。また、重機を使用する場合は遮水シートを破損しないよう適宜鉄板を敷く等の養生をすることとした。

さらに、除去物から浸出してくる水を回収するため、有孔管を用いた集水管及び集水柵を設置することとした。集排水管の配置計画の例を図 2.3.4-4 に示す。

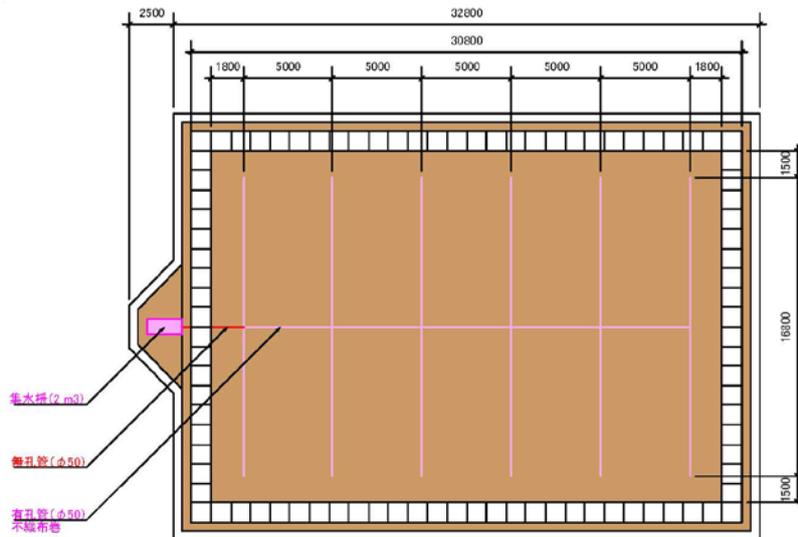


図 2.3.4-4 集排水管の配置計画の例

(e) 放射性物質以外の成分による影響防止

有機物を保管する区画については、区画面積が 200m² 以下、高さが 2~5m 程度とすることとした。また、複数の区画を設ける必要がある場合は、万が一の火災時に消火活動を容易にするために、区画と区画の離隔距離は 2.0m 以上を確保するとともに、必要に応じて、近傍に防火用砂を配置することとした。

さらに、有機物の腐敗に伴い発生するガスを排気するために上部にガス抜き管を設置する構造とした。

(f) 耐震等

除去物や遮へい用土壌の入ったフレキシブルコンテナを、施設の側部の勾配がなだらかになるように積み上げて保管することとした。また、除去物の積み上げ高さは、除染関係ガイドラインに準じて、当該保管の場所の任意の点ごとに、地盤面から、当該点を通る鉛直線と施設の敷地境界の地盤面を通り水平面に対し上方に 50%の勾配を有する面との交点までの高さを超えないように設計した。

(g) 立入制限

敷地境界部に侵入防止柵を設置するとともに、表示板を用いて除去物の仮置場である旨を明示することとした。また、表示板には緊急時の連絡先も記載することとした。

(h) 放射線量等の監視及び修復措置

a) 空間放射線量率

除去物の搬入中や搬入後において、除去物が安全に保管されていることを確認するために、敷地境界の空間線量率のモニタリングを定期的に（週に一度程度）実施し、搬入中に除去物による追加線量が年間 1 ミリシーベルトを超えないことや、搬入後に概ね周辺環境と同程度となることを確認し、その結果を記録することとした。この空間線量率は、予め設定した敷地境界や仮置き区間の間といった複数の箇所でも測定した。地下保管の場合は、保管場所の上部でも測定した。また、本事業では、一部の仮置場／現場保管場においてモニタリングポストを設置することとした。これによって、携帯ポケット通信網を使用して、モニタリングデータを自動的にサーバに転送で

きるとともに、サーバ内のデータは、インターネットを用いて閲覧できるようになる。設置した空間線量モニタリングポストの例を図 2.3.4-5 に示す。

仮置場において測定した空間線量率は、仮置場に除去物を搬入する前の状態での空間線量率の変動幅と比較することとし、モニタリングの結果、変動幅を上回る測定値が観測された場合は、原因究明を行い、仮置場がその原因であると認められた場合には、遮へい材の追加、施設の補修、除去物の回収等の必要な措置を講じることとした。

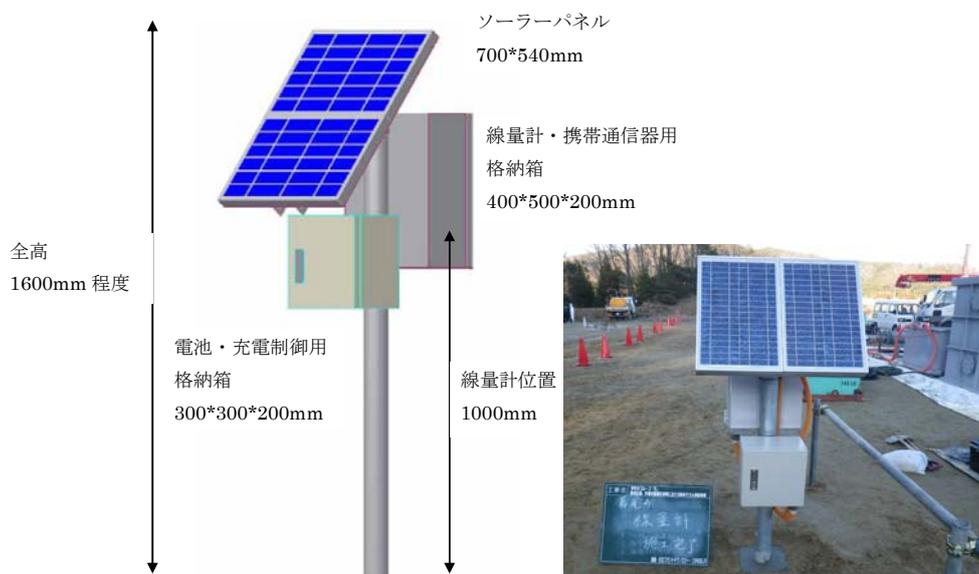


図 2.3.4-5 設置した空間線量モニタリングポストの例

b) 地下水の放射能濃度

施設からの放射性物質の流出を監視するため、施設周辺に設置する井戸を用いて地下水のモニタリングを適切な頻度で（月に一度程度）実施し、その結果を記録することとした。

そこで、仮置場／現場保管場設置に際し、観測井戸を掘削した。観測井戸は、仮置場／現場保管場周辺の地形や河川位置等から地下水の流動方向を推察し、上流側と下流側に設置することを基本とした。一方、本格除染等の仮置場が整備されるまでの一時的な現場保管場については、保管期間が短期間であり、放射性物質の流出による地下水の汚染が生じることは考えにくいことから、観測井戸を設置しないか、もしくは下流側のみとした。ただし、地下式の現場保管場については、念のため観測井戸を設置した。観測井戸は、自由地下水面が出現する深度まで掘削した。ただし、地下水位が数 10m 以深の基盤岩内に分布しているような場合は、中間貯蔵施設への搬出までの 3 年程度の期間では放射性物質の流出による地下水の汚染が生じることは考えにくいことから、自由地下水面の出現前に掘削を中止した。なお、観測井戸掘削前には、周辺の地形や河川位置、土地利用状況、植生等から地下水位の概略位置を推定した。観測井戸は、孔壁の崩壊等を防止するために、スクリーンを設けた塩化ビニール管によって仕上げた。

仮置場において測定した地下水等に含まれる放射性セシウムの濃度は、仮置場に除去物を搬入する前の状態での空間線量率や放射能濃度の変動幅と比較することとし、モニタリングの結果、変動幅を上回る測定値が観測された場合は、原因究明を行い、仮置場がその原因であると認められた場合には、施設の補修、除去物の回収等の必要な措置を講じることとした。

c) 浸出水の放射能濃度

必要に応じて、除去物からの浸出水を回収するために設置した集水管及び集水柵を用いて施設底部からの浸出水のモニタリングを行うこととした。また、仮置場／現場保管場の遮水機能が低下することによって、集水柵の水位に変化が生じる可能性があることから、水位も測定することとした。

浸出水の放射能濃度が基準値を超える場合は、集水柵内の水処理（除染）を行うとともに、原因を明らかにしたうえで必要な対策を講じる必要があることから、浸出水のモニタリングの考え方を整理した（図 2.3.4-6）。

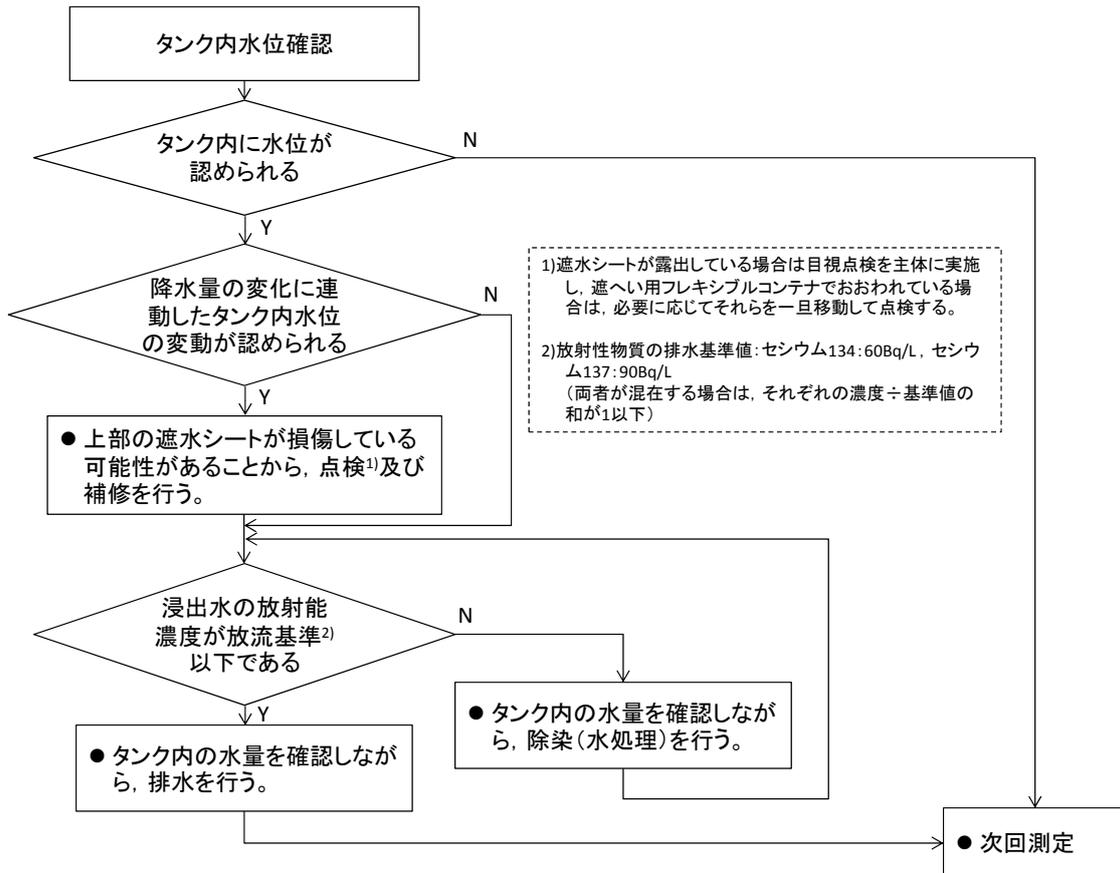


図 2.3.4-6 浸出水のモニタリングの考え方

d) ガス濃度及び温度

防火対策の一環として、仮置場／現場保管場内部の温度を測定することとした。また、一部の仮置場／現場保管場において、有機物の腐敗に伴い発生するガスの濃度も測定することとした。

測定にはガス抜き管を利用し、表面から 1m 程度の深さの温度、一酸化炭素及び二酸化炭素の濃度を測定した。また、本事業では、一部の仮置場／現場保管場において、温度センサー及び地中無線小型化送信機を内部に埋設した温度モニタリングの試行も実施した。

(i) 記録の保存

保管場所の住所、施設名、保管の開始年月日、除去物の量や容器数、保管の方法、状態及び保管場所周辺の地図、敷地境界線（囲い）の位置及び測定点の位置、空間線量率の測定年月日と測定方法及び測定に使用した測定機器、空間線量率の測定結果、測定を行った者の氏名又は名称を

記録し、保存することとした。

除去物が入った容器ごと、もしくは複数個の容器単位での表面線量率や重量を測定し、その記録も保存することとした。表面線量率や重量等の測定結果に加え、除去物の発生場所や内容物の諸元、保管先等を確実にトレースできるように、個々のフレキシブルコンテナに IC タグや内容物記載タグを取り付けるとともに、除去物の定置位置情報についても記録することとした。

2.3.5 スクリーニング(汚染検査)計画

①設計思想

除染モデル実証事業の実施にあたり、作業員の放射線管理・防護装備の徹底、警戒区域からの汚染の持出しの防止等のため、警戒区域の境界付近にスクリーニングポイントを設置し、以下の機能に対応できるよう拠点の業務設計を行った。

- ・個人線量計の貸出、回収、線量の確認、伝達、記録
- ・防護装備の配備、装着補助
- ・個人手荷物等の管理
- ・防護装備の脱着補助、廃棄物の整理と管理
- ・作業員及び持出し物品のスクリーニング（汚染検査）
- ・汚染が確認された場合の除染
- ・乗用車、出退勤バス、現場拠点行きバス等の移動手段のスクリーニング

スクリーニングポイントの設置にあたっては、実際の作業場所へのアクセスを考慮し、警戒区域の北、西、南の境界付近に設置することとし、設置場所の自治体等の意向も踏まえて「南相馬市馬事公苑」、「田村市古道体育館」及び「楢葉町総合グラウンド駐車場」の3箇所に設置することとした。

古道体育館については、既存の建屋を区域設定、養生等により使用することとし、南相馬市馬事公苑及び楢葉町総合グラウンド駐車場については、スクリーニング棟（テントハウス）を設置して棟内でスクリーニング等の作業を行うこととした。

また、スクリーニングポイントと現場の経由点の間にも、設置可能な場所については、現場拠点を設置し、作業員の休憩、一次スクリーニング等を行うこととした。

②計画

1)スクリーニングポイントの業務運営

テントハウスの運用開始においては、パーテーション、机、トラテープ等により、テントハウス内を汚染の可能性のあるエリア（ホットエリア）と汚染の可能性のないエリア（コールドエリア）に区分した。また、汚染拡大防止のために、床及び床から壁の立ち上がり部分をビニールシート等で養生を行うと共に、テントハウス内のテーブルや椅子についても必要に応じてビニールシート等での養生を行った。なお、作業場所を明確にするため、以下に示す区画表示及び整備を行った。

- ・身体スクリーニングエリア
- ・荷物スクリーニングエリア
- ・除染所（ウェットティッシュによるふき取り程度）
- ・廃棄物収集所（作業員の保護具等を分別回収）
- ・各防護装備の配布所、保管所
- ・更衣エリア、手荷物等仮置所
- ・個人線量計貸出所
- ・簡易事務スペース

各スクリーニングポイントの運営は原子力機構と業務委託先により行い、スクリーニングポイント毎に16名程度の体制とした。また、基本的に除染の作業期間中は休日を設けなかったことから、スクリーニングポイントにおいても、例えば6日勤務、2日休日などの勤務シフトを組んで対応すると共に、一日の業務量も午前と午後で異なり、除染作業終了後の夕方頃にスクリーニング対応のピークを迎えることから、時間差勤務などでこれらに対応した。

その他、西のスクリーニングポイント（田村市古道体育館）は、同体育館内にスクリーニングや運営員の休憩、事務処理等に必要となるスペースが確保できたが、北（南相馬市馬事公苑）及び南（楡葉町総合グラウンド駐車場）においては、テントハウスとは別に運営員の休憩、事務処理の場所として仮設のコンテナハウスを複数個設置した。テントハウスが使用できない期間中に、雨天などで屋外でのスクリーニングができなかった場合には、このコンテナハウス内でスクリーニングも行った。テントハウスの使用においては、必要な消防届出（防火対象物使用届出等）を行い、消防署員による立入検査を受ける必要があった。なお、テントハウスの使用期間は3カ月以内のため、仮設建物の扱いとなり建築確認申請は不要であった。これら設置場所の概要図を図2.3.5-1から図2.3.5-3に、それぞれ示す。

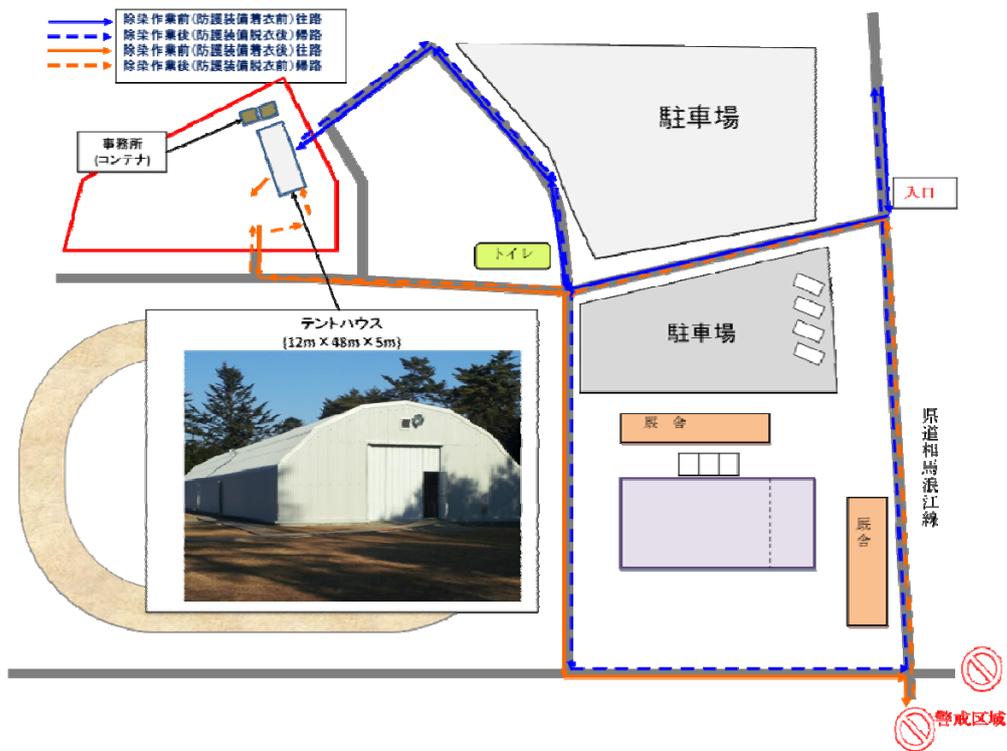


図 2.3.5-1 スクリーニングポイント概要図（南相馬市馬事公苑）

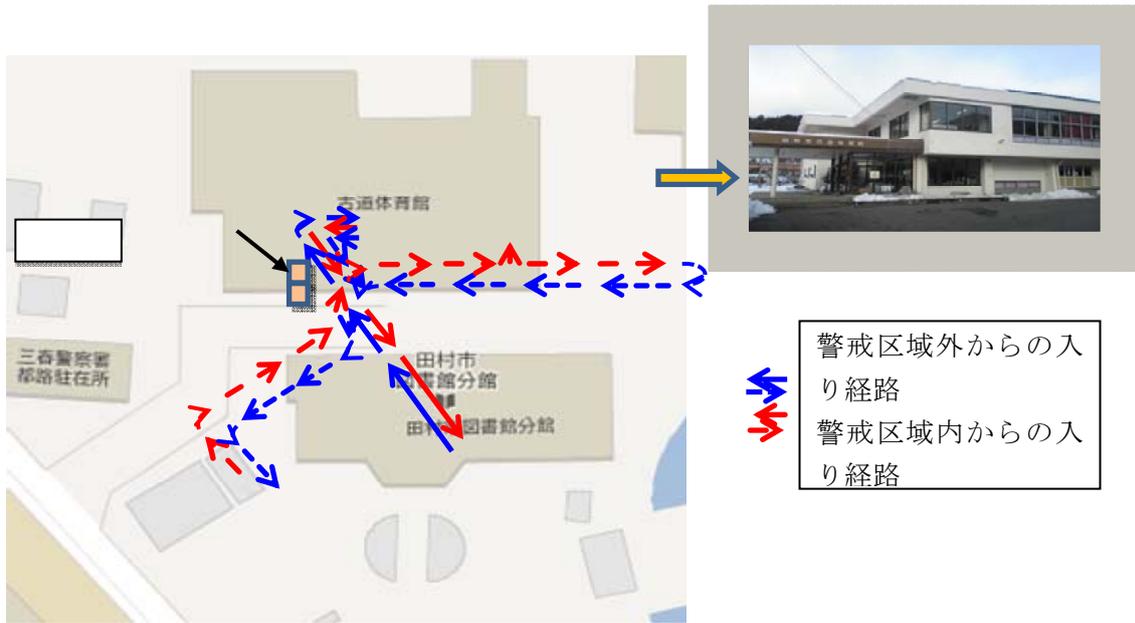


図 2.3.5-2 スクリーニングポイント概要図（田村市古道体育館）

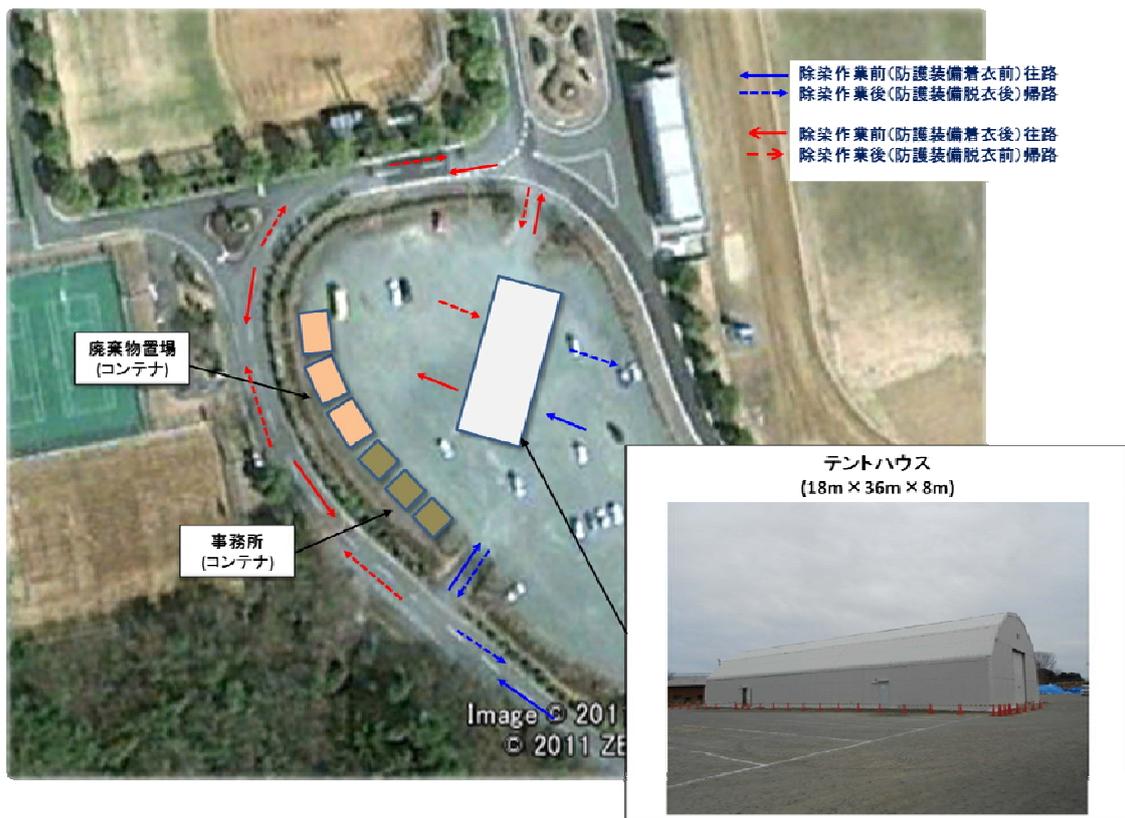


図 2.3.5-3 スクリーニングポイント概要図（楯葉町総合グラウンド駐車場）

スクリーニングポイントの運営に必要な主な資機材を以下に示す。

- ・測定器関連：NaI シンチレーションサーベイメータ，GM サーベイメータ，ダストサンプラー（集塵用フィルター含む），半導体式個人線量計
- ・防護装備関連：タイベックスーツ，帽子，綿手袋，ゴム手袋，サージカルマスク，靴カバー，長靴，防水用アノラック，雨合羽，全面マスク，半面マスク，マスク用カートリッジフィルター，防塵ゴーグル
- ・その他：養生用難燃性シート，ガムテープ，机，いす，パーテーション，トラテープ，ストープ（燃料含む），パソコン，発電機（燃料含む），携帯電話，仮設トイレ，ポリ袋

2) スクリーニングポイントにおける業務の流れ

スクリーニングポイントにおける主な業務の流れは表 2.3.5-1 のとおりであり，このうち除染作業等の作業員の線量管理については，各 JV において線量計の管理と記録を行い，その結果をスクリーニングポイントにおいても共有することとした。なお，スクリーニングポイントでの業務従事の際には，除染作業等の作業員同様，電離放射線障害防止規則に定める健康診断と WBC（ホールボディカウンター）による内部被ばく検査の受診，放射線教育を受講することにより，放射線業務従事者と同様の管理とした。また，警戒区域へ入域する作業員等については氏名，作業場所，入域・退出時刻を専用の記録用紙を用いて管理を行った。

表 2.3.5-1 スクリーニングポイントにおける主な業務の流れ

主な流れ	内 容
事務所に集合しミーティング	<ul style="list-style-type: none"> ・当日の作業員名簿の確認（警戒区域入域確認シート） ・業務分担と注意事項等の確認
作業前準備	<ul style="list-style-type: none"> ・各員が線量計，必要に応じて防護装備を着用 ・線量計，放射線測定機器の確認（バッテリー，表示，異常の有無） ・防護装備の確認（補充，配備） ・コールド，ホット側での駐車場確認と必要により整理
除染作業前作業員対応	<ul style="list-style-type: none"> ・コールド側駐車場誘導 ・各作業員へ線量計貸出（各元請け会社にて実施） ・防護装備装着補助 ・ホット側駐車場誘導
放射線管理	<ul style="list-style-type: none"> ・放射線環境測定（定点での空間線量率，表面密度，空气中放射性物質濃度） ・必要に応じて現場事務所並びに除染場所の放射線環境測定（空間線量率，表面密度，空气中放射性物質濃度）
除染作業終了作業員対応	<ul style="list-style-type: none"> ・ホット側駐車場誘導 ・作業員の防護装備脱装補助，分別，廃棄 ・身体，持出し物品の汚染検査，基準超えの場合は除染 ・線量計返却（各元請け会社にて実施） ・ホット側移動車両の汚染状況確認（車両内外） ・コールド側駐車場誘導
作業終了の整理	<ul style="list-style-type: none"> ・各場所の整理整頓 ・汚染等の確認（表面密度，空气中放射性物質濃度） ・線量，環境測定データの整理，確認 ・防護装備の廃棄
事務所集合，ミーティング	<ul style="list-style-type: none"> ・当日作業の問題点等の確認 ・業務日誌の作成 ・事務所内片付け，火元確認，施錠

日々の業務実績については，スクリーニングの状況，放射線管理の状況，運営員氏名等を業務日誌に記録し，保管することとした。

2.3.6 作業員の労働安全管理計画

①設計思想

除染モデル実証事業における除染等の作業実施にあたり、放射線安全の確保を確実にするとともに、作業員の被ばく線量を合理的に達成できる限り低くするような措置の実施ならびに放射線防護に関する指示および措置が作業員に徹底できる適切な放射線管理体制を組織することとした。このために、放射線管理責任者を選任し、放射線管理責任者は除染等の作業現場における作業員の放射線安全確保に努めることとした。

②計画

(i) 放射線管理計画の立案

原子力機構は、以下の各項目について放射線管理計画を作成し、各JVとの協議を踏まえて管理方針を決定した。

- ・作業員の被ばく線量測定・管理の方法
- ・作業員の被ばく線量低減方法および予想被ばく線量評価
- ・作業員の被ばく量低減の観点からのダスト濃度の測定・管理の方法
- ・ダスト濃度と作業員被ばく量の関連性の評価
- ・作業員の放射線防護装備
- ・作業員の健康診断・教育の実施方法
- ・作業員ならびに使用機材のスクリーニング方法と測定結果に基づく除染方法
- ・作業現地における放射線管理方法（除染エリア作業時、仮置場作業時、除染作業・仮置場作業以外の作業従事中における放射線測定方法と評価方法）
- ・仮置場の放射線管理方法と評価

なお、作業員の被ばく線量については、関係法令に定める線量限度以下であることを確認するとともに、超えないように管理を行うこととし、表2.3.6-1に示す従事者に対しての目安線量を設定した。

表 2.3.6-1 線量限度と目安線量

	区 分	線量限度	目安線量	
実効線量	男性または妊娠する可能性がないと診断された女性	100 mSv/5年 50 mSv/年	15 mSv/年	
	女性	妊娠する可能性がないと診断された者および妊娠中の者を除く	5 mSv/3月	3 mSv/3月 1.5 mSv/月
		妊娠と診断された時から出産までの間 (※)	1 mSv	—
	1日	—	1 mSv	
等価線量	眼の水晶体	150 mSv/年	50 mSv/年	
	皮膚	500 mSv/年	150 mSv/年	
	妊娠中の女性の腹部表面	2 mSv/妊娠中	1 mSv/妊娠中	

※:本表の他の欄で「妊娠中」との表記も同義。

(ii) 環境・安全管理計画の立案

以下の各項目を踏まえた環境・安全管理計画を作成し、各JVと協力しながら作業環境および作業員の安全管理を図ることとした。また、現場代理人・主任技術者・災害防止責任者・放射線管理責任者などからなる現場管理組織を組織し、交通災害を含めた安全管理を徹底することとした。現場管理体制および現場職員配置の例を図2.3.6-1に、救急連絡体制の例を図2.3.6-2に示す。

- ・二次汚染（除染作業前中後、除去物の運搬、仮置場等）の防止対策
- ・労働安全衛生上の配慮が必要な除染作業の実施方法
- ・ダスト濃度の測定・管理の方法
- ・除染エリア・仮置場における作業員の休憩方法
- ・作業員の健康診断・教育の実施方法
- ・汚染傷病者発生時の対応方法

また、今回のモデル実証事業対象地域が避難区域であることを踏まえ、以下の項目の対応方法についても計画に含めることとした。

- ・防犯対策（単独行動の禁止や不審者発見時の対応など）
- ・野生化した動物への対策
- ・救急搬送車の準備

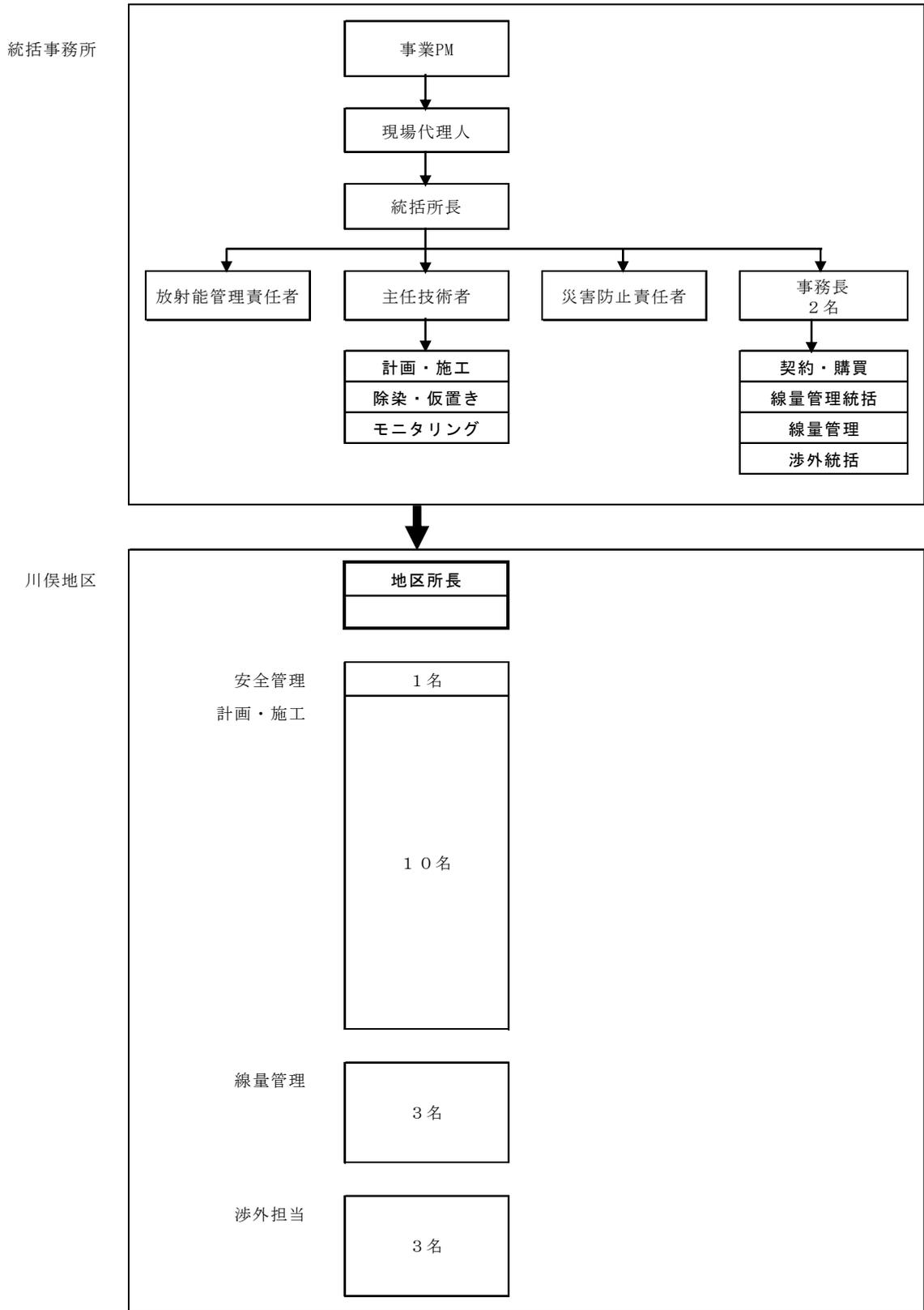


図 2.3.6-1 現場管理体制および現場職員配置の例

2.3.7 委託業者監理計画

① 設計思想

(ア) 発注仕様書

受託件名「警戒区域、計画的避難区域などにおける除染モデル実証事業」においては、委託研究業務であり、委託業者の監理については研究業務に対する監理を行う事とし、その旨を業務計画書（仕様書）に記載した。

(イ) 作業中監理

除染中の監理については、研究計画にある除染技術の効果等と研究実施上で得られてくる効果や問題点などを除染現場で確認する事を主とし、また、災害・事故時の連絡や自治体など関係箇所との連絡を、必要に応じて実施することとした。

(ウ) 完了確認

研究成果を報告書として確認し、委託内容について必要事項が報告書に満たされていることを確認することで完了確認とした。その他、受託者(JV)に提出を指示している資料（計画書や日報等）についても確認することとした。

② 計画

(ア) 発注仕様書

委託監理の内容について、受託者(JV)への研究業務計画書に「原子力機構の現地監理体制」として記載した。その該当箇所を以下に記載する。また、業務計画書（全文）を章末に示す。

<除染作業現地の監理体制>

・原子力機構の現地監理体制

- (1) 原子力機構は、受託者の除染作業の施行において、契約図書および打ち合わせ結果などの受託者の履行状況を確認するため、監督職員を置く。なお、監督職員の氏名は、あらかじめ書面で受託者に通知した。
- (2) 監督職員は、下記の事項を行う
 - a. 受託者との文書（指示・提出・報告など）の授受
 - b. 設計図書についての疑義の解明
 - c. 除染作業進捗の確認
 - d. 出来形（研究成果）の確認
 - e. 関係箇所との連絡
 - f. 災害および事故時の連絡
 - g. 除染作業管理上必要な指示および確認
 - h. 安全事前評価の確認
 - i. その他除染作業管理上必要な事項

(イ) 作業中監理

除染作業中の監理体制については、ABC各グループに主任監督員を配置し、その元に各グループ10名程度の監督員を配置し監理することとした。監理体制を図2.3.7-1に示す。監理内容は(ア)を元にし、毎日を基本として現場会議を実施し研究の進捗監理を行う事とした。また、週間工程会議を毎週開催し、作業の進捗と課題について監督員と受注者とで共有し、対応方針を議論することとした。日々の監理項目は以下のとおり計画した。

- ・日報の受領（前日18:00まで）と作業内容の確認
- ・現場作業状況の確認（研究進捗，安全関連等）
- ・現場会議の実施
- ・現場会議議事録の確認 等

(ウ) 完了確認

報告書の受領と提出書類により完了の確認を行う事とした。確認事項については、業務計画書（仕様書）に記載し、期限までに提出を行うよう監理することとした。

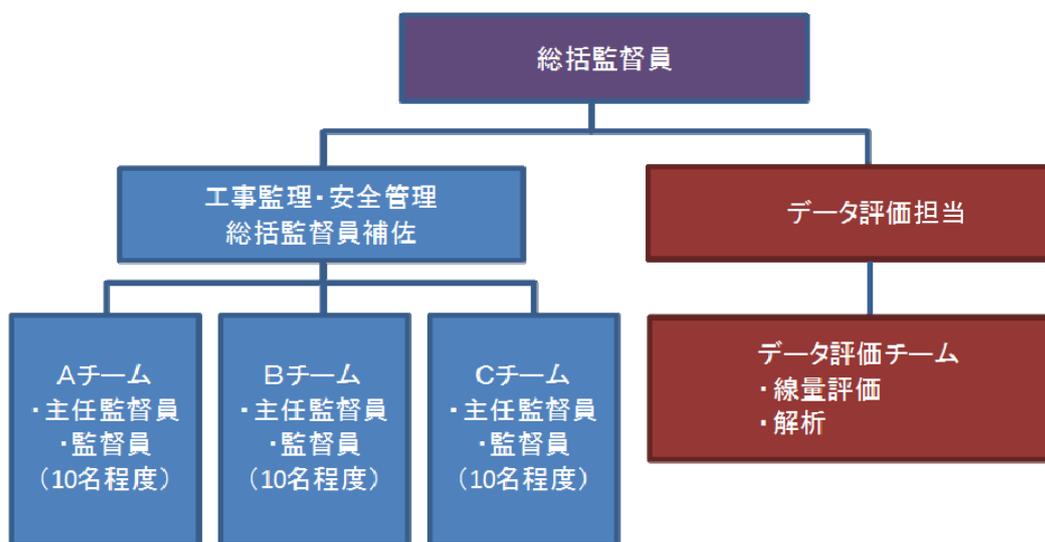


図 2.3.7-1 監理体制