



目次

	技術カタログ
1	屋根 葺き替え
2	屋根 放水洗浄
3	屋根 ブラッシング
4	壁 放水洗浄(漆喰、土壁は不可)
5	壁 硝酸アンモニウム洗浄
6	壁 閉じ込め
7	壁 ポリマーコーティング & ペインティング
8	壁 削り取り
9	敷地 削り取り
10	敷地 表面被覆
11	敷地 天地返し
12	敷地 芝刈り
13	敷地 草や灌木の撤去
14	敷地 汚染物の表面固定
15	家屋 取り壊し
16	屋内 表面除去
17	屋内 表面洗浄
18	水耕田 鋤き込み
19	水耕田 表土の剥ぎ取り
20	水耕田 荒かき
21	水耕田 土壌洗浄
22	水耕田 ファイトレメディエーション
23	水耕田 施肥
24	畑地 表土の剥ぎ取り
25	畑地 土地掘り起し
26	畑地 プラウによる表土剥ぎ取りと埋設
27	畑地 低セシウム吸収作物の栽培
28	畑地 土壌洗浄
29	畑地 土壌の希酸洗浄とCsの吸着除去
30	畑地 ファイトレメディエーション
31	畑地 施肥
32	果樹園 モニタリング
33	果樹園 落葉と表土の回収
34	果樹園 表面水の回収と処理
35	牧草地 牧草播種、刈取り
36	牧草地 表土の剥ぎ取り
37	森林 落葉の回収
38	森林 樹木および灌木の剪定
39	森林 集水域での水処理
40	森林 地下水・表面水のモニタリング
41	水域 井戸水のモニタリング
42	水域 河川水のモニタリング
43	水域 水源のモニタリング
44	水域 水道水の浄化
45	生活用品 拭きとり
46	生活用品 吸引清掃
47	生活用品 洗浄
48	生活用品 その他のクリーニング法
49	生活用品 汚染物の撤去
50	公共施設 運動場 表土替え
51	公共施設 道路 散水洗浄
52	公共施設 道路 吸引洗浄
53	公共施設 道路 高圧洗浄
54	公共施設 道路 表面除去と置換
55	公共施設 道路 舗装板の裏返し
56	公共施設 道路 汚染物の固定
57	特殊建物 化学除染と超音波処理
58	特殊建物 汚染換気システムの浄化
59	特殊建物 化学的除染
60	特殊建物 ポリマーペースト
61	特殊建物 電気化学的除染
62	可燃瓦礫
63	不燃瓦礫
64	動物の死骸

EURANOSデータシートを中心とする文献

国内で適用する際の留意点(分科会見解)や国内実績に関する調査結果を記載しています。国内実績が見当たらない場合および

必要に応じ、参照箇所

技術例	項目	文献調査 <sup>1</sup>	クアーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">除染の対</div> <div style="margin-left: 20px;"> <span style="font-size: small;">↓</span> 家屋           <span style="margin-left: 20px;">↓</span> 屋根           <span style="margin-left: 20px;">↑</span> 屋根の葺き替え         </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-top: 10px;">除染方法(技)</div>	目的	・屋根の汚染物質からの外部被曝放射線量の低減 ・屋根表面からの再浮遊物質を吸入することによる内部被曝放射線量の低減		
	対策	対策の内容	汚染された屋根は、新品かまたは洗浄されたスレート/タイルに取り替える。屋根側溝と排水管もまた取り替える必要がある。	日本の家屋の場合、茅葺、瓦、トタン屋根等があるが、周辺環境(森林等)に残存する放射性物質の再浮遊への対策として屋根の洗浄ができるようにトタン屋根とすることが好ましい。
		汚染の拡大防止対策	ほこりを立ち上げるので、再浮遊の危険性を制限するために、実行前に表面を湿らせるために水を加えること、固定化(アクリル塗装)を推奨する。屋根材料を移動する前に、アスベストに関して注意深いチェックがなされる必要がある。	屋根を湿らせるために使用した水は、樋で受けた後、庭の土壌等に広がらないように排水の行き先に留意する。(排水方法については、家屋ごとに集積するののか放出するののか今後決定していく必要がある)
		作業員の被ばく対策	作業員が被曝する被曝経路は、以下のものがある。 ・環境や汚染した機器からの外部被曝 ・地面と他の表面(正常なレベル以上に高められたと思われる)から浮遊した放射性物質の吸入 ・作業員の手からの粉塵の不注意な摂取 上記のうち、「作業員の手からの粉塵の不注意な摂取」の寄与は重要ではなく、個人用保護具(PPE)によりこれら経路からの被曝線量は制御できる。	
	効果	表面の汚染物質の低減 屋根からの全ての汚染物質は効果的に除去される。しかし、屋根材質によっては、汚染物質の断片(通常は小さい)は、下にある木質構造材料に貫入してしまっている可能性がある。 表面線量率の低減 建物の屋根からの汚染物質による外部放射線量率は、効果的に「0」に低減する。 再浮遊の低減 屋根表面上の再浮遊物質を含む大気濃度は、「0」に低減すると予想される。	特に茅葺の場合、下にある木質構造材料に貫入している可能性がある。	
	適用対象の選定方法	この方策は、高価でかつ激務であるため、他の方策が汚染のレベルに対して適切でないときに採用	日本家屋の屋根の場合、特に洗浄が困難な茅葺は葺き替えを推奨する。	
	装置・技術・材料	特に必要な装置	・ハンマー、カッター、釘を引き抜く道具 ・作業中、雨から建物の内装を防護するためのプラスチック製シート ・足場または移動式リフト ・搬送車両(装置、材料、廃棄物)	
		特に必要な技術	屋根を取り替える熟練工	
	経済性	必要な安全対策	・命綱、安全ヘルメット、安全長靴 ・作業でほこりが発生する場合、呼吸防護具 ・アスベストがある場合、適当な測定器具と呼吸防護具	
		機器費用(€/m <sup>2</sup> ): 7 × 10 <sup>-2</sup> 労務費(€/m <sup>2</sup> ): 70 作業時間: 1~3m <sup>2</sup> /チーム・時間 (チームは2名、屋根の形式と材料に依存、足場構築は含まない)		
2次廃棄物	汚染物の量・種類	量: 210~510kg/m <sup>2</sup> 種類: タイル、スレート、フェルトなど	日本の家屋の場合、茅葺、瓦、トタン屋根	
	汚染物の取扱い方法	(記載なし)	庭などに一時的に仮置する場合、ビニールシートで覆うなど飛散防止対策を行う。	
	その他特記事項 EURANOS参照元	特になし ID: 18 屋根の取替え		

<sup>1</sup>: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

参考となる文献や引用元を示しています

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
家屋	屋根	屋根の葺き替え	目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・屋根の汚染物質からの外部被曝放射線量の低減</li> <li>・屋根表面からの再浮遊物質を吸入することによる内部被曝放射線量の低減</li> </ul>		
			対策	対策の内容	汚染された屋根は、新品かまたは洗浄されたスレート/タイルに取り替える。屋根側溝と排水管もまた取り替える必要がある。	日本の家屋の場合、茅葺、瓦、トタン屋根等があるが、周辺環境(森林等)に残存する放射性物質の再浮遊への対策として屋根の洗浄ができるようにトタン屋根とすることが好ましい。
				汚染の拡大防止対策	ほこりを立ち上げるので、再浮遊の危険性を制限するために、実行前に表面を湿らせるために水を加えること、固定化(アクリル塗装)を推奨する。屋根材料を移動する前に、アスベストに関して注意深いチェックがなされる必要がある。	屋根を湿らせるために使用した水は、樋で受けた後、庭の土壤等に広がらないように排水の行き先に留意する。(排水方法については、家屋ごとに集積するのか放出するのか今後決定していく必要がある)
				作業員の被ばく対策	作業員が被曝する被曝経路は、以下のものがある。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・環境や汚染した機器からの外部被曝</li> <li>・地面と他の表面(正常なレベル以上に高められたと思われる)から浮遊した放射性物質の吸入</li> <li>・作業員の手からの粉塵の不注意な摂取</li> </ul> 上記のうち、「作業員の手からの粉塵の不注意な摂取」の寄与は重要ではなく、個人用保護具(PPE)によりこれら経路からの被曝線量は制御できる。	
			効果	表面の汚染物質の低減 屋根からの全ての汚染物質は効果的に除去される。しかし、屋根材質によっては、汚染物質の断片(通常は小さい)は、下にある木質構造材料に貫入してしまっている可能性がある。 表面線量率の低減 建物の屋根からの汚染物質による外部放射線量率は、効果的に「0」に低減する。 再浮遊の低減 屋根表面上の再浮遊物質を含む大気濃度は、「0」に低減すると予想される。	特に茅葺の場合、下にある木質構造材料に貫入している可能性がある。	
			適用対象の選定方法	この方策は、高価でかつ激務であるため、他の方策が汚染のレベルに対して適切でないときに採用	日本家屋の屋根の場合、特に洗浄が困難な茅葺は葺き替えを推奨する。	
			装置・技術・材料	特に必要な装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ハンマー、カッター、釘を引き抜く道具</li> <li>・作業中、雨から建物の内装を防護するためのプラスチック製シート</li> <li>・足場または移動式リフト</li> <li>・搬送車両(装置、材料、廃棄物)</li> </ul>	
				特に必要な技術	屋根を取り替える熟練工	
				必要な安全対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・命綱、安全ヘルメット、安全長靴</li> <li>・作業でほこりが発生する場合、呼吸防護具</li> <li>・アスベストがある場合、適当な測定器具と呼吸防護具</li> </ul>	
			経済性	機器費用(€m <sup>-2</sup> ): 7 × 10 <sup>-2</sup> 労務費(€m <sup>-2</sup> ): 70 作業時間: 1~3m <sup>2</sup> /チーム・時間 (チームは2名、屋根の形式と材料に依存、足場構築は含まない)		
			2次廃棄物	汚染物の量・種類	量: 210~510kg/m <sup>2</sup> 種類: タイル、スレート、フェルトなど	日本の家屋の場合、茅葺、瓦、トタン屋根
				汚染物の取扱い方法	(記載なし)	庭などに一時的に仮置する場合、ビニールシートで覆うなど飛散防止対策を行う。
	その他特記事項	特になし				
	EURANOS参照元	ID: 18 屋根の取替え				

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
家屋	屋根	放水洗浄	目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建物の外壁及び屋根の汚染物質からの外部被曝放射線量の低減</li> <li>・屋根表面からの再浮遊物質を吸入することによる内部被曝放射線量の低減</li> </ul>	
			対策の内容	水洗い(消防車)、高圧水(約150気圧)、高圧温水(一般的には150気圧、約65°C)で洗う。洗浄は屋根の上端から開始すべきで、これは屋根瓦が上向きに水勢で浮き上がるのを避けるために極めて重要である。高圧温水洗浄は、特別な装置(トリローと高圧温水装置)で行うもので、より高い温水(80度)と洗剤を使うと、洗浄効果をかかなり高めることができる。	
			汚染の拡大防止対策	水洗浄で使った水の全てを回収することは現実的ではない。塩化ビニルシートを足場と壁の間に設置することで達成可能な場合がある。この場合、シートの下部で金属の樋に流れ込むようにし、収集タンクに送る。水の回収は、樋及び排水管を改修することで改善され、収集廃棄物は収集タンクに送り、ろ過する方法がある。もし汚染水が周辺の土地に流出した場合、屋根の洗浄に続き、土地表面への対策を考慮しなければならない。もし、周辺土地表面への対策が別途計画されている場合、屋根洗浄は最初に実行しなければならない。実施中のダストの発生は問題になりにくく、作業者への再浮遊による影響低減のための対策は要求されない。	
			作業員の被ばく対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作業員が被曝する被曝経路は、以下のものがある。</li> <li>・環境や汚染した機器からの外部被曝</li> <li>・地面と他の表面(正常なレベル以上に高められたと思われる)から浮遊した放射性物質の吸入</li> <li>・作業員の手からの粉塵の不注意な摂取</li> </ul> <p>上記のうち、「作業員の手からの粉塵の不注意な摂取」の寄与は重要ではなく、個人用保護具(PPE)によりこれら経路からの被曝線量は制御できる。</p>	
		効果	<p><b>表面の汚染物質の低減</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水洗浄の場合: このオプションが沈着後1週間以内あるいは屋根洗浄相当量の降雨(雨は壁面よりも屋根の汚染を移動させ易い)の前に実施されれば除染係数1.3が適用できる。</li> <li>・高圧水洗浄の場合: このオプションが沈着後早期に実施されれば、除染係数1.5から5の範囲が適用できる。高圧水洗浄の効果は、汚染の発生以降、特に高い降水率の区域では、沈着後の時間経過とともに低減するようである。</li> <li>・高圧温水の場合: 付着後すぐに実行されたならば、2から7の除染係数が適用できる。温水と洗剤を使用することでかなり効果を上げることができる。除染係数は、スレート、粘土、コンクリート屋根で最も低く、シリコン処理されたスレートで最も高く、アルミニウム・鉄に対してはやや高い。</li> </ul> <p><b>表面線量率の低減</b></p> <p>建物の屋根からの汚染物質による外部放射線量率は、除染係数に近い値で低減する。</p> <p><b>再浮遊の低減</b></p> <p>屋根表面上の再浮遊物質を含む大気濃度は、除染係数の値に従って低減する。</p>		
		適用対象の選定方法	建物の外壁及び屋根。 あらゆるサイズ。小さな領域(例えば建物)及び大きな領域(例えば、工業的建造物、学校)。		
		装置・技術・材料	特に必要な装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タンク付消防車及びホースつき水圧プラットフォーム(水洗浄の場合)</li> <li>・2000psiの圧力水(高圧水洗浄の場合)</li> <li>・屋根洗浄トリローと高圧温水装置(高圧温水の場合)</li> <li>・足場または移動リフト</li> <li>・塩化ビニルシート、樋、タンク</li> <li>・排水ポンプ及びフィルター</li> <li>・発電機</li> <li>・バキュームカー(高圧水洗浄の場合)</li> <li>・廃棄物及び機器運搬車両</li> </ul>	
			特に必要な技術	訓練された要員、特に消防車とホースの扱い(水洗浄の場合)、高圧水洗浄およびバキュームカーの運転(高圧水洗浄の場合)、屋根の上の作業は熟練工(高圧温水の場合)	
			必要な安全対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・命綱、安全ヘルメット</li> <li>・耐水性の衣服(特に汚染された地域で推奨)</li> <li>・水の飛沫に対する個人用防護器具</li> </ul> <p>本管からの給水に接続する人は、給水を無意識に汚染させないよう確実な予防が要求される。例えば、放射能または他の汚染物質を収容する容器からの逆流、または水の重要なシステムの中に沈降した堆積物をかき混ぜるような方法での給水栓の操作。</p>	
		2次廃棄物	経済性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・屋根の場合</li> <li>機器費用(€m<sup>-2</sup>): 2 × 10<sup>-1</sup>(水洗浄の場合)、5 × 10<sup>-2</sup>(高圧水洗浄の場合)、2(高圧温水の場合)</li> <li>労務費(€m<sup>-2</sup>): 4 × 10<sup>-1</sup>(水洗浄の場合)、2(高圧水洗浄の場合)、210(高圧温水の場合)</li> <li>作業時間: 1 × 10<sup>2</sup>m<sup>2</sup>/チーム・時間(チームは1名)(水洗浄の場合)、30~60 m<sup>2</sup>/チーム・時間(チームは3名まで)(高圧水洗浄の場合)、3m<sup>2</sup>(チームは2名まで)(高圧温水の場合)</li> </ul>	
			汚染物の量・種類	量: 1 × 10 <sup>-2</sup> ~2 × 10 <sup>-2</sup> kg/m <sup>2</sup> (固形物)及び50L/m <sup>2</sup> (液体)(水洗浄の場合)、2 × 10 <sup>-1</sup> ~4 × 10 <sup>-1</sup> kg/m <sup>2</sup> (固形物)及び20L/m <sup>2</sup> (液体)(高圧水洗浄の場合)、0.2kg/m <sup>2</sup> の固体廃棄物及び30L/m <sup>2</sup> の液体廃棄物(高圧温水の場合) 種類: 塵と水	
			汚染物の取扱い方法	廃液は、降水と同じ結果となる。廃水の公共下水処理での適切なスラッジ、水の処理およびモニタリングが多分容易な方法である。処分経路の管理、関連する許認可を通じて影響を最小化しなければならない。	廃水の処理方法については、自治体に事前に確認する。
その他特記事項	特になし				
	EURANOS参照元	ID: 13 水洗浄 16: 高圧水洗浄 17: 高圧温水による屋根の洗浄			

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
家屋	屋根	ブラッシング	目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・屋根の汚染物質からの外部被曝放射線量の低減</li> <li>・屋根表面からの再浮遊物質を吸入することによる内部被曝放射線量の低減</li> </ul>		
			対策の内容	商業的に入手できる、1分当たり700リットルの圧縮空気で駆動する回転ブラシによって洗浄する。洗浄は密閉されたボックスシステムの中で行う。		
			対策	汚染の拡大防止対策	汚染された廃棄物は隔離することが可能である。水をろ過し、再使用する。発生廃棄物が大きな固体状の場合(苔など)は回収される。実施中のダストの発生は問題になりにくいので、作業員への再浮遊による影響低減のための対策は要求されない。	
				作業員の被ばく対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作業員が被曝する被曝経路は、以下のものがある。</li> <li>・環境や汚染した機器からの外部被曝</li> <li>・地面と他の表面から浮遊した放射性物質の吸入</li> <li>・作業員の手からの粉塵の不注意な摂取</li> </ul> <p>上記のうち、「作業員の手からの粉塵の不注意な摂取」の寄与は重要ではなく、個人用保護具(PPE)によりこれら経路からの被曝線量は制御できる。</p>	
			効果	<p><b>表面の汚染物質の低減</b> 除染係数2及び7が達成できる。反復的に適用しても、特段の除染係数の増加をもたらさない。</p> <p><b>表面線量率の低減</b> 建物の屋根からの汚染物質による外部放射線量率は、除染係数に近い値で低減する。</p> <p><b>再浮遊の低減</b> 屋根表面上の再浮遊物質を含む大気濃度は、除染係数の値に従って低減すると予想される。</p>		
			適用対象の選定方法	建物の屋根。機器が適切であれば、大規模も可能。	日本の家屋の場合、茅葺、瓦、トタン屋根等があるが、機械式のブラシがけは茅葺、瓦には適用できない。	
			装置・技術・材料	特に必要な装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・回転ブラシアタッチメント付加圧洗浄機、フィルター、集水タンク、移動式コンプレッサー(必要があれば)</li> <li>・足場及び梯子あるいはタンク付き消防車と水圧式プラットフォーム</li> <li>・搬送車両</li> </ul>	
				特に必要な技術	経験者。特に高所作業。	
				必要な安全対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・命綱、安全ヘルメット</li> <li>・防水服の着用を推奨</li> </ul>	
			経済性	<p>機器費用(€m<sup>-2</sup>):6</p> <p>労務費(€m<sup>-2</sup>):9</p> <p>作業時間:8m<sup>2</sup>/チーム・時間(チームは1~2名、作業時間に足場構築を含)</p>		
			2次廃棄物	汚染物の量・種類	<p>量:2 10<sup>-1</sup>~6 10<sup>-1</sup>kg/m<sup>2</sup>(固形物)及び15L/m<sup>2</sup>(液体状)</p> <p>種類:ダスト及び苔(スラッジ)</p>	
				汚染物の取扱い方法	(記載なし)	廃水の処理方法については、自治体に事前に確認する。
その他特記事項	特になし					
EURANOS参照元	ID: 14 屋根のブラシかけ					

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報（日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述）		
家屋	壁	放水洗浄	目的	・建物の外壁及び屋根の汚染物質からの外部被曝放射線量の低減 ・外壁及び屋根表面からの再浮遊物質を吸入することによる内部被曝放射線量の低減		
			対策の内容	水洗い(消防車)、高圧水(約150気圧)、高温温水(一般的には150気圧、約65℃)で洗う。高温温水洗浄は、特別な装置(トローリーと高温温水装置)で行うもので、より高い温水(80度)と洗剤を使うと、洗浄効果をかなり高めることができる。	わが国では、水洗いや高圧水による洗浄は一般的に次のような圧力で行われている。 ①洗車や家の外壁などの清掃：吐出圧力2～8MPa程度(吐出流量200～600L/hr程度) <sup>2</sup> ②コンクリートグリーンカット(レイタンスの除去)：4～20MPa <sup>3</sup> ③劣化コンクリートのはつり：100～200MPa『最新地盤注入工法技術総覧(1997)』 EURANOSIに示される150気圧(=15MPa)の高圧水は、高圧ウォータージェットの範疇に入り、表面付着物の剥離や軟らかい岩の表面研磨能力はあると考えられる。家屋を傷めず、効率的な除染を行うための吐出圧力や温度を検討する必要がある。 JAEAは民家の除染の高圧水洗浄を試験している <sup>4</sup> 。その情報も有益と考えられる。	
			対策 汚染の拡大防止対策	水洗浄で使った水の全てを回収することは現実的ではない。塩化ビニルシートを足場と壁の間に設置することで達成可能な場合がある。この場合、シートの下部で金属の樋に流れ込むようにし、収集タンクに送る。水の回収は、樋及び排水管を改修することで改善され、収集廃棄物は収集タンクに送り、ろ過する方法がある。もし汚染水が周辺の土地に流出した場合、屋根の洗浄に続き、土地表面への対策を考慮しなければならない。もし、周辺土地表面への対策が別途計画されている場合、屋根および外壁の洗浄は最初に行うなければならない。実施中のダストの発生は問題になりにくく、作業員への再浮遊による影響低減のための対策は要求されない。		
			作業員の被ばく対策	作業員が被曝する被曝経路は、以下のものがある。 ・環境や汚染した機器からの外部被曝 ・地面と他の表面(正常なレベル以上に高められたと思われる)から浮遊した放射性物質の吸入 ・作業員の手からの粉塵の不注意な摂取  上記のうち、「作業員の手からの粉塵の不注意な摂取」の寄与は重要ではなく、個人用保護具(PPE)によりこれら経路からの被曝線量は制御できる。		
			効果	<b>表面の汚染物質の低減</b> ・水洗浄の場合：このオプションが沈着後1週間以内(ダストや汚染残渣の沈着前)あるいは外壁洗浄相当量の降雨の前に実施されれば除染係数1.3が適用できる。 ・高圧水洗浄の場合：このオプションが沈着後早期に実施されれば、除染係数1.5から5の範囲が適用できる。高圧水洗浄の効果は、汚染の発生以降、特に高い降水率の区域では、沈着後の時間経過とともに低減するようである。 ・高温温水の場合：付着後すぐに実行されたならば、2から7の除染係数が適用できる。温水と洗剤を使用することでかなり効果を上げることができる。除染係数は、スレート、粘土、コンクリート屋根で最も低く、シリコン処理されたスレートで最も高く、アルミニウム・鉄に対してははやが高い。 <b>表面線量率の低減</b> 建物の外壁および屋根からの汚染物質による外部放射線量率は、除染係数に近い値で低減する。 <b>再浮遊の低減</b> 再浮遊物質を含む大気濃度は、除染係数の値に従って低減する。しかし、屋根からの浮遊物質は、ほとんど問題にならないといわれている(ID17)。		
			適用対象の選定方法	建物の外壁及び屋根。 あらゆるサイズ。小さな領域(例えば建物)及び大きな領域(例えば、工業的建造物、学校)。		
			装置・技術・材料	特別に必要な装置	・タンク付消防車及びホースつき水圧プラットフォーム(水洗浄の場合) ・2000psiの圧力水(高圧水洗浄の場合) ・屋根洗浄トローリーと高温温水装置(高温温水の場合) ・足場または移動リフト ・塩化ビニルシート、樋、タンク ・排水ポンプ及びフィルター ・発電機 ・バキュームカー(高圧水洗浄の場合) ・廃棄物及び機器運搬車両	
			特別に必要な技術	訓練された要員、特に消防車とホースの扱い(水洗浄の場合)、高圧水洗浄およびバキュームカーの運転(高圧水洗浄の場合)、屋根の上の作業は熟練工(高温温水の場合)		
			必要な安全対策	・命綱、安全ヘルメット ・耐水性の衣服(特に汚染された地域で推奨) ・水の飛沫に対する個人用防護器具 本管からの給水に接続する人は、給水を無意識に汚染させないよう確実な予防が要求される。例えば、放射能または他の汚染物質を収容する容器からの逆流、または水道本管系内に沈降した堆積物をかき混ぜるような方法での給水柱の操作。		
			経済性	・外壁の場合 機器費用(€m <sup>-2</sup> ): 2×10 <sup>2</sup> (水洗浄の場合)、5×10 <sup>2</sup> (高圧水洗浄の場合)、2(高温温水の場合) 労務費(€m <sup>-2</sup> ): 2×10 <sup>1</sup> (水洗浄の場合)、2(高圧水洗浄の場合)、210(高温温水の場合) 作業時間: 800～1000m <sup>2</sup> /チーム・時間(チームは1名)(水洗浄の場合)、30～60 m <sup>2</sup> /チーム・時間(チームは3名まで)(高圧水洗浄の場合)、3m <sup>2</sup> (チームは2名まで)(高温温水の場合)		
2次廃棄物	汚染物の量・種類	量: 1×10 <sup>2</sup> ～2×10 <sup>3</sup> kg/m <sup>2</sup> (固形物)及び50L/m <sup>2</sup> (液体)(水洗浄の場合)、2×10 <sup>1</sup> ～4×10 <sup>1</sup> kg/m <sup>2</sup> (固形物)及び20L/m <sup>2</sup> (液体)(高圧水洗浄の場合)、0.2kg/m <sup>2</sup> の固体廃棄物及び30L/m <sup>2</sup> の液体廃棄物(高温温水の場合) 種類: 塵と水				
汚染物の取扱い方法	廃液は、降水と同じ結果となる。廃水の公共下水処理での適切なスラッジ、水の処理およびモニタリングが多分容易な方法である。処分経路の管理、関連する許認可を通じて影響を最小化しなければならない。					
その他特記事項	特になし					
	EURANOS参照元	ID: 13 水洗浄 16: 高圧水洗浄 17: 高温温水による屋根の洗浄				

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

2: [http://www.karcher.co.jp/private/products/index\\_hp.html](http://www.karcher.co.jp/private/products/index_hp.html) 3: <http://www.j-tokkyo.com/2003/E02B/JP2003-155727.shtml> 4: 2011/7/25講演、[http://www.fukushima.coop/report\\_josen/pdf/kouenkai.pdf](http://www.fukushima.coop/report_josen/pdf/kouenkai.pdf)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
家屋	壁	硝酸アンモニウム洗浄	目的	居住区区域内の建物外壁のセシウム汚染物質から外部放射線量を低減すること		
			対策	対策の内容	硝酸アンモニウム水溶液(0.1M)を低圧で壁に散布する。アンモニウムイオンはセシウムイオンとイオン交換し、壁の汚染物質が低減される。連続して水を壁に流すと、汚染物質が地表に移送される。洗浄は、壁の上部から開始しなければならない。壁は、その後に、腐食を最小にするために、きれいな水で洗われる。	ある材料に電氣的に吸着しているセシウムイオンを高濃度のアンモニウムイオンで置き換える手法は、土の陽イオン交換容量(CEC)試験でも一般的に用いられており、除染効果はあると考えられる。
				汚染の拡大防止対策	壁の下の地表は、その後、最適な方法で処理される。化学物質を使用すると環境への危険性を引き起こすことに注意すべきである。浮遊した汚染物質による表面の再汚染は問題ではなく、繰り返し適用する必要はない。	
			作業員の被ばく対策	作業員が被曝する被曝経路は、以下のものがある。(一般論、屋根、壁の他の記述と同じ) ・環境や汚染した機器からの外部被曝 ・地面と他の表面(正常なレベル以上に高められたと思われる)から浮遊した放射性物質の吸入 ・作業員の手からの粉塵の不注意な摂取 上記のうち、「作業員の手からの粉塵の不注意な摂取」の寄与は重要ではなく、個人用保護具(PPE)によりこれら経路からの被曝線量は制御できる。  本洗浄は、 実行中のほこりの発生はほとんどなく、作業員への浮遊物質の危険性を低減する手段は必要ない。また、作業員は水と化学スプレーに対して防護される必要がある。		
			効果	<b>表面の汚染物質の低減</b> ・この方法が付着後間もなく実行されたならば、1.5~2の除染係数(DF)が達成され得る。繰り返し適用してもDFの大きな上昇はほとんどない。付着後2~3年までならば、1.5近いDFが期待できる。 <b>表面線量率の低減</b> ・建物の外壁からのガンマ線とベータ線による外部放射線率は、おおよそ前述のDF値によって低減する。 <b>再浮遊の低減</b> 壁表面からの再浮遊物質の大気中濃度は、除染係数の値に従って低減するものと想定される。しかし、再浮遊物質による放射線量はほとんど重要ではない。		
			適用対象の選定方法	建物の高汚染外壁(例えば、レンガ、コンクリートまたは石)	対象の外壁材料(ペンキ、漆喰、人工版、レンガなど)に対する効果確認試験が必要。除染対象に応じた溶液濃度、pHの検討。	
			装置・技術・材料	特に必要な装置	・送水ホースとポンプ(一般には約€1000) ・装置(廃棄物)搬送車両 ・高い建物用の足場と移動式リフト ・溶液を混ぜる容器(約€100)	
				特に必要な技術	・硝酸アンモニウムは非常に反応しやすい化学物質なので少々の教育が必要。 ・1人作業は推奨されない。1人は屋根の上、1人は地上で供給統括。屋根の上の作業には熟練工が必要。	
				必要な安全対策	・高い建物: 命綱と安全ヘルメット ・化学物質を取り扱うときの一般的な安全手順 ・特に、高度汚染区域では、防水安全服を推奨。 ・風が強いときには、作業員を汚染水の飛散から防護するために、呼吸防護対策が考慮される。	
			経済性	・装置、€1.10/m <sup>2</sup> ・労務費、€3/m <sup>2</sup> ・作業時間、12m <sup>2</sup> /チーム・時間(作業率は足場の組み立てと搬送にかかる変動時間を含む。)、チームサイズ(人員): 1名		
			2次廃棄物	汚染物の量・種類	おおよそ6L/m <sup>2</sup> の液体廃棄物が発生。 また、一定期間継続して、降雨の後に居住区域の建物から流出する廃水が生じる。	
				汚染物の取扱い方法	液体廃棄物の集水、処理。	
				その他特記事項	特になし	
EURANOS参照元	ID: 19 硝酸アンモニウムによる壁処理					

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
家屋	壁	閉じ込め	目的	・居住区建物外壁からの再浮遊汚染物からの吸入被曝線量を短期的および長期的に低減すること。 ・再浮遊ハザードから作業者を保護するために、他の環境修復オプションを実行する前にだけ使用される可能性もある(例えば、ID: 18 屋根の取替え、ID20: 木質壁の機械的研磨)。	
			対策の内容	・表面にアクリル塗装(e.g., Vinacryl)を吹き付ける。 ・長期的には再塗装をする必要がある。 (固定化の実施は、除去オプションの実行前だけに必要となるだけかもしれないので、再塗装は実行する必要はないかもしれない。)	
			汚染の拡大防止対策	記述なし	・表面被覆による汚染物質の飛散防止。
			対策	作業員が被ばくする可能性がある被ばく経路は以下のものがある。 ・周囲環境と汚染された機器からの外部被ばく。 ・地面と他の表面からの再浮遊物質の吸引(は通常レベル以上に強化されるであろう)。 ・作業員の手からの不注意による粉塵の摂取 上記のうち、「作業員の手からの粉塵の不注意な摂取」の寄与は重要ではなく、個人用保護具(PPE)によりこれら経路からの被曝線量は制御できる。  アルファの危険性を示す放射性核種に関して、再浮遊物質からの作業員への吸入線量が卓越し、外部線量は無視できる。作業員は、一般公衆被曝より、2.3倍高くなるが、これは、作業員が汚染エリアに滞在する時間に依存する。作業員の被曝に関する詳細は、付録Cを参照。	
			効果	<b>表面の汚染物質の低減</b> ・本法は、表面洗浄のために適用されない。除染係数DFは1と仮定される。実際には、固定化材の除去に伴い汚染物は除去される可能性がある(固定化後に除去した場合) <b>表面線量率の低減</b> ・固定化材が塗布されている期間、表面近傍のβ線による外部線量率は、β線放出エネルギーに依存して低減する。この効果は、低エネルギーの場合により効果的である。γ線による外部被曝線量の低減には効果的ではない。 <b>再浮遊の低減</b> ・固定化材が維持されている期間、表面近傍の再浮遊粒子の大気中濃度は、ほぼ100%減少するだろう。	
			適用対象の選定方法	外壁および屋根 全規模。小規模(家屋など)および大規模(工場、学校など)に適している。	
			装置・技術・材料	特に必要な装置 ・無気スプレーポンプおよびコンプレッサー ・足場あるいは消防用乗降台によるアクセス ・機材運搬車	
			特に必要な技術	・装置使用技術	
			必要な安全対策	・手袋と防護服	
			経済性	機器費用(€m <sup>-2</sup> ): 3×10 <sup>-2</sup> (小規模エリア)、1×10 <sup>-1</sup> (大規模エリア) 消耗品(€m <sup>-2</sup> ): 1×10 <sup>-1</sup> (小規模エリア)、1×10 <sup>-1</sup> (大規模エリア) 労務費(€m <sup>-2</sup> ): 7×10 <sup>-1</sup> (小規模エリア)、1(大規模エリア) 作業時間: 150~200m <sup>2</sup> /チーム・時間(チームは3~6名、足場作りも含む)	
			2次廃棄物	汚染物の量・種類 塗布のみであれば発生しない。 塗料を除去する場合は、 量: 4×10 <sup>1</sup> kg/m <sup>2</sup> 種類: 塗料	
			汚染物の取扱い方法		
			その他特記事項	特になし	
EURANOS参照元	ID: 21 固定化(表面への汚染物の固定)				



技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
家屋	壁	ポリマーコーティングとペインティング	目的	家屋における外壁表面汚染からの外部線量を減少させること、及びこれら表面からの再浮遊物質からの吸入線量を減らすこと。		
			対策	対策の内容	剥離性被覆(材)の例として、DetexやPelableauがある。その他、PVAが剥離性被覆としての利用に適する。Detexは、建物の表面上に刷毛で塗布する。硬化(45分-2時間)後、ゴム状の膜がナイフ又は剥離具で除去する。Pelableauは、エアレスポンプを用いて表面にスプレーし、養生後に剥がす。PVAによる剥離可能なコーティングは、液体状がゲル状であり、乾燥後表面にフィルム状のコーティングが形成されれば、手ではぎ取ることができ、ルーズな汚染は除去される。	
				汚染の拡大防止対策	施工時のダストの発生は、あまり問題にならないと思われ、再浮遊の作業者に対する危険性を低減するための手法は不必要である。PVA剥離技術は、簡単で、素早くでき、最少の機器と労力しか必要とせず、この方法を繰り返しても、汚染が広がっていくことはない。	
				作業員の被ばく対策	作業者が被ばくする可能性がある被ばく経路は、環境と汚染された機器からの外部被ばくや、再浮遊放射性物質の吸入がある。個人用保護具(PPE)によりこれら経路からの粉塵を制御できる。 ベータ/ガンマの危険性: ベータ/ガンマの危険性を示す放射性核種に関して、環境の汚染からの作業員への外部線量は、作業時には公衆の線量より数倍高くなる。非常に埃っぽい状況下でも、再浮遊物質からの吸入線量は作業員の総線量に対し僅かに寄与するだけである。 アルファの危険性: アルファの危険性を示す放射性核種に関して、再浮遊物質からの作業員への吸入線量は、作業時には公衆の線量より数倍高くなる。環境の汚染からの外部線量は無視できる。 PVAコーティングの剥離は、人の手によって非常に慎重に行う必要があるため、作業員への被ばく線量は多くなるということに注意すべきである。	
			効果	表面汚染の低減:沈着後数週間内に実施されるならば、除染係数(DF)5が期待できる。この方法は、なめらかな表面に適用した場合に最も効果的である。それより後の適用は、特に、レンガ及びタイルなどの多孔質の建材への適用については、DFを下げようである。 金属表面からの汚染の除去のためポリマーペースト(PVA)の剥離を、ステンレス、鋳鉄、および真鍮において行ったところ、実験室での小規模試験とフィールド試験に基づく除染効率因子は75-97%である。  表面線量率の低減:外壁、屋根の外部ガンマとベータ放射線量率は低減する。  再浮遊の低減:長期的には、表面に隣接する再浮遊大気濃度は、剥離性被覆材が存在する限り、再浮遊大気濃度は100%近く低減する。	福島市の主婦による、PVAを含む洗濯のりやでんぷんのりによる除染例が新聞に掲載されていた。2)	
			適用対象の選定方法	建物の外壁及び屋根	瓦屋根等は、作業が繁雑になる可能性が有る。茅葺き屋根への適用は困難と思われる。	
			装置・技術・材料	特に必要な装置	はしご、足場、刷毛、金属製レーキ、エアレススプレーポンプ及び圧縮機、装置と廃棄物のための運搬車	PVA液、アルファ・デンプンの膜形成は、傾斜のある材質表面では「下方に垂れる」ために均質な膜が形成されにくい欠点がある。また、膜の剥がし残りが生じて、布テープで剥がすという二度手間が生じる。そこで、下方に垂れることを防止し、さらに剥がし残りが生じないように、寒冷紗を使用する。3)
				特に必要な技術	被覆材の塗布(及び除去)には、熟練者が必須である。	
				必要な安全対策	剥離性被覆材の塗布時には、付加的な防護服、呼吸保護具が必要。高い建物には、命綱及び安全ベルトが必要である。	
			経済性	装置費用:装置費用は有意ではない。 消耗品: € 1/m <sup>2</sup> 労務費:建物:処理される表面によって€ 1~ 7/m <sup>2</sup> 作業工数: 10~ 50 m <sup>2</sup> /チーム・時 チーム人数:2人		
			2次廃棄物	汚染物の量・種類	量:1kg/m <sup>2</sup> 種類:ゴム状の物質	剥離した廃棄物の他に、塗布用の刷毛等
				汚染物の取扱い方法		PVA等の有機物は、劣化する可能性が有り、長期的な保管には、別途対策が必要と思われる。
その他特記事項						
EURANOS参照元		ID: 49.58				

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1)</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
家屋	壁	削り取り	目的	建物外部の木質壁から汚染物質を除去することにより、居住区域内建物の木質壁の汚染からのガンマ線とベータ線外部放射線量を低減すること、及びこれらの表面から遊離した材料からの内部放射線量を低減すること。		
			対策の内容	木質壁(塗装された)の汚染レベルは、手動の電気ドリルを使う磨耗方法によって低減される。この研磨の手順は、一般に塗装前の表面を清掃するときに使われるが、薄い表層(2, 3mm)や付着した汚染物を除去するときに用いられる。固定する釘は、この作業の前に打ち込まれたり取り除かれたりする。再表面処理(例えば塗装)は、一般に作業のあとに行われる。	汚染コンクリート壁の除染技術は原子力発電所の廃炉のため、開発事例が多数ある。それらの技術の一般建物への適応性の検討が必要。	
			汚染の拡大防止対策	この方法は、ほこりを発生させるので、遊離の危険性を制限するために、実作業前に、表面を湿らせるために水を使うかまたは抑制剤を使うことを推奨する。遊離した汚染物質による表面の再汚染は問題ではなく、繰り返し適用する必要はない。	研磨された汚染物質の飛散防止のため、集塵機が必要となる。	
			対策	作業員が被曝する被曝経路は、以下の通りである。 -環境や汚染した機器からの外部被曝 -地面と他の表面(正常なレベル以上に高められたと思われる)から浮遊した放射性物質の吸入 -作業員の両手からほこりを無意識に摂取 上記の経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)を使用することでこれらの経路からの放射線量を制御することができる。廃棄物の運搬や処理からの被曝経路は含まれない。		
			作業員の被ばく対策	ベータ線・ガンマ線の危険性 ベータ線・ガンマ線の危険性を示す放射性核種に関して、環境汚染による作業員の外部放射線量は、実行期間中に受ける一般の放射線量より数倍高い。大変埃っぽい条件のもとでも、浮遊物質からの吸入放射線量は、作業員の放射線量全体に対して小さい。  アルファ線の危険性 アルファ線の危険性を示す放射性核種に関して、遊離物質から作業員が吸入する放射線量は、一般的には、実行期間中に受ける一般の放射線量より数倍高い。環境汚染からの外部放射線量は無視できる。	作業による被ばくを低減するため、作業の効率化に努める必要がある。 体への汚染物質付着を防止するため、露出部分を減らすべくゴム手袋、ゴム長靴、長袖の上着の使用を心がける。 内部被ばくを防止するため、マスクを着用する。 作業後、屋内に入る際には、靴の泥をなるべく落とすとともに、服を着替えるなど、泥、ちり、ほこり等を持ち込まないようにする。 作業後に、露出部分をよく荒い、うがいをする。  福島事故による汚染の場合、アルファ線の汚染量は少ないと考えられる。	
			効果	この方法が付着後間もなく実行されたならば、1.5~2の除染係数(DF)が達成され得る。繰り返し適用してもDFの大きな上昇はほとんどない。建物外壁の木質壁からの外部放射線率は、おおよそ前述のDF値によって低減する。壁表面からの浮遊物質の大気中濃度は、前述のDF値と同程度で低減する。建物表面の壁の汚染後間もなく、居住区域に住む公衆の一人が受けるガンマ線による外部放射線量率の減少は、乾燥状態で付着した場合にはおおよそ5%と予想される。湿潤状態で付着していれば、放射線量率の減少は、無視できるほど小さい。これらは実例の値であり、この方法の可能性のある効果を示す指標が提供され、種々の方法と比較されるべきである。  放射線量の低減に影響する要因: -方法の効果的、均一性のある適用 -壁の下部表面は、建物の近くの人に最も大きい放射線量を与えるので、特に入念に洗浄する必要がある。 -建物周辺の表面が、建物の処理後に再汚染されたかどうか -地域の建物の数、言い換えれば環境類型/土地利用形態 -地域住民の行動や木質建物の内外で個人が費やした時間		
			適用対象の選定方法	高度に汚染された建物の木質外壁(塗装された)	他の除染方法に比べてDFは高くないと考えられるため、この方法の選択に当たっては他の方法の可能性と効果を十分勘案する必要がある。	
			装置・技術・材料	特に必要な装置	-強力な研磨機械。これは、装置の特別な部分であるかまたは研磨用に研磨盤か鋼繊維が取り付けられた手動のドリル(費用は約100ユーロ)である。 -高い建物用の足場と移動式リフト -装置や材料の搬送車両	繰り返しになるが、研磨された汚染物質の飛散防止のため、集塵機が必要となる。
			特に必要な技術	少々の教育が必要。		
			必要な安全対策	高い建物: 命綱と安全ヘルメット -呼吸防護対策は必須。	左記の通りマスクは必須。	
			経済性	装置費用 0.007ユーロ/m <sup>2</sup> 消耗品 鋼繊維と紙やすり: 約0.01ユーロ/m <sup>2</sup> 燃料(必要に応じて)、時間にて。 労務費 2100ユーロ/m <sup>2</sup> 作業時間 2m <sup>2</sup> /チーム・時間(1チーム1人)作業率は足場の組み立てと搬送にかかる変動時間を除く。		
			2次廃棄物	汚染物の量・種類	およそ0.1kg/m <sup>2</sup> の固体廃棄物、集積するのは大変難しい。N. B. の研磨機は、能率を変えることが可能な集塵機を内蔵している。	
汚染物の取扱い方法		除去された汚染物を収集することが望ましいが、現実的には難しい。集塵機で収集後、フレコン、あるいは容器に収納する必要がある。				
その他特記事項						
EURANOS参照元	ID:20 木質壁の機械的研磨					

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)																																												
敷地	削り取り	目的	居住区域内の汚染芝地と汚染土壌からのベータ線とガンマ線の外部線量を減らすこと、及びこれら区域からの再浮遊物質からの吸入線量を減らすこと。																																													
		対策の内容	芝土や表土の上部50mmを除去する。除去は、狭い場所で容易に操作出来るよう'ボブキャット' 'ミニブルドーザー'、または類似した機器で行う。使用機器の大きさは対象地域の大きさに依存する。最初に全ての草と灌木を取り除く必要がある。対象地域の大きさ次第で、土壌の置き換え、種まき、芝の植え替えもあり得る。	50mm以下の深度でも効果が認められる <sup>3</sup> 。 敷地の削り取り後における利用のための土地修復(客土等)、のり面等の斜面に適用する場合の安全面(例:土砂崩れの可能性)などを十分に検討したうえで、実施する必要がある。																																												
		対策	汚染の拡大防止対策 粉塵が発生する可能性があるため、汚染後最初の数カ月に対策(除去)を実行する場合、再浮遊の危険性を減らすため除去に先立って、表面を水で湿らす処置や固着剤の利用を推奨する <sup>2</sup> 。長期的には、ほとんどの汚染は、土粒子に吸着され呼吸範囲に存在しなくなる。再浮遊汚染による表面の再汚染や他の表面の洗い落としによる汚染は限定されると想定されるので、繰り返し適用の必要性はないと考えられる。																																													
		対策	作業員の被ばく対策 作業員の被ばくとして考えられる経路: - 環境と汚染された機器からの外部被ばく。 - 地面と他の表面からの再浮遊物質の吸引(通常レベル以上になり得る)。 - 作業員の手からの粉塵の不注意による摂取。(個人用保護具(PPE)により抑制可能。) - 廃棄物の運搬と処理からの被ばく経路は含まない。 ベータ線/ガンマ線の危険性: 環境中の汚染物質からの作業員への外部線量は、作業期間を通して、一般的線量より数倍高くなる。非常に埃っぽい状況下でも、再浮遊物質からの吸入線量は作業員の全線量に対し僅かに寄与するだけである。 アルファ線の危険性: 再浮遊物質からの作業員への吸入線量は、実施の期間を通して、一般的線量より数倍高くなる。環境中の汚染物質からの外部線量は無視できる。																																													
		効果	除去深度が最適化されるならば、除染係数(DF)は10~30が期待できるが、標準除去深度が用いられるならば、有効性は、汚染が土壌の深度方向に移行する程減少する。土壌表面上の外部ガンマとベータ放射線量率は、おおよそDFの値で低減する。表面上の再浮遊大気濃度は、DFの値で低減する。	汚染レベルに応じて除去深度を設定する必要がある。																																												
		適用対象の選定方法	庭園、公園、運動場とその他の広場における芝地の表面。災害が発生した後に耕された土地には適用しない。 [耕された区域への適用も可能であるが、除去される土壌の深さが深くなるので、汚染物質が大量となる]																																													
		装置・技術・材料	特に必要な装置 必要な装置は、対策を行う区域の広さに依存。 - 動力付きスクレーパー - グレーダーまたはブルドーザー('ボブキャット' マルチブルドーザーは狭い区域で操作がし易い)。 - 種まき機(必要な場合)。 - 装置と廃棄物のための運搬車。																																													
		装置・技術・材料	特に必要な技術 簡単な指示のみを要求する。 大規模装置が必要な場合、操作技術を有する作業員が必要。 最適な深度まで土壌を除去すること、および洗浄された表面に汚染を働き込まないことに注意。																																													
		装置・技術・材料	必要な安全対策 非常に埃っぽい状況では、呼吸保護と防護服/手袋着用が、再浮遊放射線の危険を減らすために望ましい。																																													
		装置・技術・材料	経済性 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">€/m<sup>2</sup></th> <th colspan="2">除去のみ</th> <th colspan="2">除去と土壌の入れ替え</th> <th colspan="2">除去、土壌の入れ替えと芝の植え替え</th> <th colspan="2">除去、土壌の入れ替えと種蒔き</th> </tr> <tr> <th>狭い</th> <th>広い</th> <th>狭い</th> <th>広い</th> <th>狭い</th> <th>広い</th> <th>狭い</th> <th>広い</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>装置費用</td> <td>0.09</td> <td>0.09</td> <td>0.1</td> <td>0.2</td> <td>0.1</td> <td>0.2</td> <td>0.1</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>消耗品</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>1</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>労務費</td> <td>0.7</td> <td>0.2</td> <td>0.7</td> <td>0.4</td> <td>0.7</td> <td>3</td> <td>0.7</td> <td>0.6</td> </tr> </tbody> </table> <p>土壌の除去は、100~400m<sup>2</sup>/チーム・時間。除去と土壌の入れ替えと移動、入れ替えと種蒔きに関して除去が最も時間を要する作業になる。除染区域の芝を植え替えるなら、80~100m<sup>2</sup>/チーム・時間の作業量となり、これが最も時間を要する。 作業量は、使用装置に依存する。狭い区域ではより遅くなる。 チームサイズ(人員): 土壌と芝の除去に2名。広い区域では、土壌の入れ替えに2名、芝の植え替えに6名、種蒔きに4名が追加される。 対策実施の時間とコストに影響する因子。 - 土壌の種類、土壌条件と除去深度、除去される植生の量、天候、地形、面積、地表の凹凸、使用される装置の種類、アクセス。</p>	€/m <sup>2</sup>	除去のみ		除去と土壌の入れ替え		除去、土壌の入れ替えと芝の植え替え		除去、土壌の入れ替えと種蒔き		狭い	広い	狭い	広い	狭い	広い	狭い	広い	装置費用	0.09	0.09	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	消耗品	0	0	1	4	3	6	1	4	労務費	0.7	0.2	0.7	0.4	0.7	3	0.7	0.6	
		€/m <sup>2</sup>	除去のみ		除去と土壌の入れ替え		除去、土壌の入れ替えと芝の植え替え		除去、土壌の入れ替えと種蒔き																																							
			狭い	広い	狭い	広い	狭い	広い	狭い	広い																																						
装置費用	0.09	0.09	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2																																								
消耗品	0	0	1	4	3	6	1	4																																								
労務費	0.7	0.2	0.7	0.4	0.7	3	0.7	0.6																																								
装置・技術・材料	2次廃棄物 汚染物の量・種類 量: 55 - 70kg/m <sup>2</sup> (50 mm 除去の場合) 種類: 土壌と芝土 汚染された廃棄物の分離は困難になる。表面汚染は、50mmまでの除去で希釈され得る。特別な管理を必要とする廃棄物量を最少化するため、現行の廃棄物処分基準に適合する廃棄物のモニタリングが重要となる。 廃棄物は、土壌が回収されたか土壌と芝が回収されたかに依存する。 対象地域が汚染後に耕された場合、土壌を深くまで除去する必要があり、大量の廃棄物が発生する。	表面剥土(削り取り)は効果が高い一方で、廃棄物量が多く、その保管場所の確保が律速になり得る。表面被覆策や天地返し策を採用するためのクライテリア(対象地の利用状況による)が必要になると考えられる。																																														
装置・技術・材料	汚染物の取扱い方法																																															
装置・技術・材料	その他特記事項	旧ソビエト連邦で何度か中規模スケール(約、2000m <sup>2</sup> )の試験が実施																																														
装置・技術・材料	EURANOS参照元	ID: 38, 39																																														

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

2: ID: 41 Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

3: 日本原子力学会和文論文誌 (2011), Advanced Publication by J-stage, doi:10.3327/taesj.J11.017

技術例	項目	文獻調査 <sup>1)</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
敷地	表面被覆	目的	戸外区域と居住区域内の土壌からの外部ベータとガンマ放射線量を減らすこと、及びこれら区域からの再浮遊物質からの放射線量の吸入を減らすこと。		
		対策の内容	放射能上「クリーン」な土壌を、地表の汚染を遮蔽するために客土する。また、土壌表層除去後の土壌表面の残留汚染物からの外部線量率を低減するのに用いる。 被覆土壌の厚さは、5-10cmが望ましい。  ビルに隣接した狭い区域の場合、アスファルト(あるいは、永久性のあるコンクリートや石)によって舗装を行う。ビルの壁のそばで雨水の流れ込みのためにかなり深くまで汚染物質が染み込んだ場所で、表土を取り去った後の残留汚染による被ばくを低減させるために適用する。  一般的には、安定化のための砂利を敷き、アスファルトを布設し、最後にローラーで固める。アスファルトを用いる再舗装としては、砂利を厚く敷いて、防水のためにアスファルトのエマルジョンを薄い層を吹き付け、さらに砂利を薄く敷く。  ただし、後で除染を行う場合は困難となる。	緊急的な再浮遊を抑制する場合を除き、後で除染を行う可能性がある場合には、土壌による表面被覆は避けるべきと考えられる。	
		対策 汚染の拡大防止対策	住民への再浮遊の危険を低減するために汚染された土壌の固着を行う。作業中の粉塵発生は、問題とならないので、その地区の再浮遊の危険が顕著と見なされない限り、作業員への再浮遊危機低減のための方策を必要としない。 このオプションは、その後の汚染除去をひどく困難にする。 再浮遊汚染物による表面の再汚染や他の表面からの汚染物は限られるので、繰り返し適用する必要はない。	この方法を単独で適用した場合、作業後、定期的に被覆面の健全性の調査、放射線モニタリングによる放射性物質の閉じ込めを確認することが必要となる。 追加の除染作業が必要となった場合は、被覆面の除去を伴うこととなり、放射性物質の浮遊をもたらず可能性もある。	
		作業員の被ばく対策	作業中の粉塵発生は、問題とならないので、再浮遊の危険が顕著と見なされない限り、再浮遊危機低減のための方策を必要としない。 作業員の被ばく経路: - 環境と汚染された機器からの外部被ばく。 - 地面と他の表面からの再浮遊物質の吸引(通常レベル以上になり得る)。 - 作業員の手からの粉塵の不注意による摂取(個人用保護具(PPE)によりこれら経路からの粉塵を制御可能)。 廃棄物の運搬と処理からの被ばく経路は含まない。 ベータ/ガンマの危険性: 環境の汚染からの作業員への外部線量は、作業期間を通じて一般的線量より数倍高くなる。非常に埃っぽい状況下でも、再浮遊物質からの吸入線量は全作業員線量に対し僅かである。 アルファの危険性: 再浮遊物質からの作業員への吸入線量は、実施の期間を通じ、一般的線量より数倍高くなる。環境の汚染からの外部線量は無視できる。		
		効果	除染係数(DF)は1、すなわち除染は期待できない。 クリーンな層が乱されない間、土壌10cmの場合、Cs137のガンマ線は約1/4-1/5に減衰すると予想される(理論的にはこの値は高すぎる可能性がある)。 アスファルト5-6cmの場合、Cs137のガンマ線は1/2から1/3に減衰することが期待できる。 表面上の線量率低減性は、区域の広さと、どのように対策を実行するかに依存することに注意。 このオプションは、表面上の外部ベータ線量率を100%効果的に低減する。 再浮遊を止めるのに非常に効果的であり、土壌が動かされない間は、再浮遊物の大気中濃度はほぼ100%低減する。	汚染された土壌はその場にとどまり続けることに留意する。	
		適用対象の選定方法	庭園、公園、運動場や空き地の芝/土壌の表面。 人々が戸外の時間の大半を過ごす居住施設や学校近傍の土壌及び他の中小規模の区域。		
		装置・技術・材料	特に必要な装置	シャベル ボブキャットミニブドーザー レーキ 小規模なアスファルト回転機 機材と土壌のための運搬車	
			特に必要な技術	小規模なシャベル作業は非熟練作業員で実施可能である。 対象区域の住民が、当局からの指導と安全その他に必要な装備の提供を受け、ある程度自助努力による対策の実施が可能である。 ただし、非常に肉体労働を必要とするので、全ての住民が出来るというわけではない。  広い区域で使われるブドーザーの操作には、熟練作業員が必要である。	
			必要な安全対策	アスファルト作業員のための必要な装備 安全ヘルメット、手袋、安全靴 特に乾燥して粉じんの立つ状況では、防護具があればなおよい。	
		経済性	客土	狭い区域	広い区域
装置費用	€0.8/m <sup>2</sup>		€0.09/m <sup>2</sup>		
消耗品	€1/m <sup>2</sup>	€4/m <sup>2</sup>			
労務費	€2/m <sup>2</sup>	€2×10 <sup>1</sup> /m <sup>2</sup>			
作業時間	20m <sup>2</sup> /チーム・時間、チーム(人員):1名	400m <sup>2</sup> /チーム・時間チーム(人員):2名			
作業員はアクセスと区域の開放性と使用機材による					
対策実施の時間とコストへの影響因子					
- 土壌の厚さ、作業員の技量、土壌の種類や状況、除去する植生の量、天候、地勢					
アスファルト舗装					
装置費用	€1/m <sup>2</sup>				
消耗品	アスファルトの安定剤の砂利、€5-7/m <sup>2</sup>				
労務費	€1×10/m <sup>2</sup>				
作業時間	15m <sup>2</sup> /チーム・時間、チーム(人員):4名				
対策実施の時間とコストへの影響因子					
天候、表面の平滑性、再舗装区域の広さ、使用される機材の種類、アクセス、個人防護具(PPE)、排水や下水のための配管作業等の有無、再舗装の前に除去する植物の有無、					
- 使用されるアスファルトの厚みや品質は材料のコストに影響する					
2 汚染物の量・種類	直接的には廃棄物が発生しない。 後に除染除去する場合には、汚染層とクリーン土壌を分離しておくべきである。	廃棄物量が低減できるため、スムーズな実施が期待できる。ただし、被覆面の健全性が損なわれた場合、閉じ込めた汚染が飛散する可能性もある(汚染の拡大防止策を参照)。			
汚染物の取扱い方法		汚染物はその場に留まっていることを管理・周知する必要がある。 管理・周知の必要がない場合のクライテリアが必要。			
その他特記事項	チェルノブイル事故の後、旧ソ連において広く適用された。	19. 水耕田 表土の剥ぎ取り、24. 畑地 表土剥ぎ取り も参照			
EURANOS参照元	ID: 40、44				

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)						
敷地	天地返し	目的	居住区域内の土壌からの外部ガンマとベータの放射線量を減らすこと、及びこれら区域からの再浮遊物質からの放射線量の吸入を減らすこと。 掘り起こしによる汚染の攪拌は非可逆的であり、後の汚染の除去を非常に複雑なものにする。	後に除染を行う可能性がある場合には、天地返しを行うことは推奨されないことを、関係者に周知することが必要。						
		対策の内容	土や芝を耕運機によって深さは約150mmまで耕す。(土壌の交換は行われず、比較的浅い範囲で土壌混合する) 大きな植物や灌木は耕運前に引き抜いておく方がよい。その後、引き続き、何か植生する、または芝の種をまく必要がある。  この方法の繰り返しは、土中の汚染を表面に戻す可能性があるため、推奨できない。							
		汚染の拡大防止対策	乾燥期には砂ぼこりが発生するので、再浮遊による危険を制限するために、作業前に土表面を湿らせる散水が望まれる。							
		作業者の被ばく対策	作業者の被ばく経路: - 環境と汚染された機器からの外部被ばく。 - 地面と他の表面からの再浮遊物質の吸引(通常レベル以上になり得る)。 - 作業者の手からの粉塵の不注意による摂取(個人用保護具(PPE)によりこれら経路からの粉塵を制御可能)。 廃棄物の運搬と処理からの被ばく経路は含まない。 ベータ/ガンマの危険性: 環境の汚染からの作業者への外部線量は、作業期間を通じて一般的線量より数倍高くなる。非常に埃っぽい状況下でも、再浮遊物質からの吸入線量は全作業員線量に対し僅かである。 アルファの危険性: 再浮遊物質からの作業者への吸入線量は、実施の期間を通じ、一般的線量より数倍高くなる。環境の汚染からの外部線量は無視できる。							
		効果	この方法の除染係数(DF)は1、すなわち除染は期待できない。 土壌表面上の外部ガンマとベータ放射線量率は、土壌の混合の程度に応じて、1/2から1/3に減少すると期待される。 沈積後数年以内に行えば、芝/土表面の空気中の再浮遊は1/10から1/20に減少する。 土壌中のベータ線の飛程は限定されるので、このオプションは、外部ガンマ線量率の削減より外部ベータ線量率の削減の方に効果がある。	汚染された土壌はその場にとどまり続けることに留意する。 天地返し後、客土を行えばさらに外部線量率の低下が見込まれる。						
		適用対象の選定方法	芝や土壌の表面。 汚染後、一度掘り起こされているのであれば、推奨できない。							
		装置・技術・材料	特に必要な装置	- 耕うん機 - 鋤 - 運搬用の車両						
			特に必要な技術	専門家からの説明と作業や安全確保のための機材を与えられれば、ある程度、当該地の居住者が自分で行うことができる。しかしながら、掘り起こすという作業は過酷な作業であり、それに順応する必要がある。						
			必要な安全対策	非常に埃っぽい状況では、呼吸保護と防護服/手袋着用が、再浮遊放射線の危険を減らすために望ましい。						
		経済性	<table border="1"> <tr> <td>装置費用</td> <td>€0.002/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>消耗品</td> <td>€0/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>労務費</td> <td>€40/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>作業時間</td> <td>100m<sup>2</sup>/チーム・時間、チーム(人員):1名</td> </tr> </table> 対策実施の時間とコストへの影響因子 土壌の種類、状況、天候、地勢、地表の凹凸。石の多さ、個人防護具(PPE)、再植生の必要性	装置費用	€0.002/m <sup>2</sup>	消耗品	€0/m <sup>2</sup>	労務費	€40/m <sup>2</sup>	作業時間
装置費用	€0.002/m <sup>2</sup>									
消耗品	€0/m <sup>2</sup>									
労務費	€40/m <sup>2</sup>									
作業時間	100m <sup>2</sup> /チーム・時間、チーム(人員):1名									
2次廃棄物	汚染物の量・種類	なし	廃棄物量が低減できるため、スムーズな実施が期待できる。							
	汚染物の取扱い方法		汚染物がその場に留まっていることを管理・周知する必要がある。 管理・周知の必要がない場合のクライテリアが必要。							
	その他特記事項	居住域における実績あるいは事例はない。								
	EURANOS参照元	ID: 42								

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)																					
敷地	芝刈り	目的	居住区内の屋外の草の生えた場所における $\gamma$ 線と $\beta$ 線の外部被ばく線量を減少させること、およびこれからの再浮遊する物質による体内被ばく線量を減少させること。																						
		対策の内容	芝を刈り取り、回収する。 芝の刈り取り高さはできるだけ低くする。 再浮遊した汚染物により表面の再汚染は重要ではないので、繰り返し適用する必要はない。	芝生の葉及びサッチ層(枯れた芝草、刈りかすの堆積層)を除去する方法(深刈り)の場合、芝生の再生が図られる(福島県で試験を実施)。																					
		汚染の拡大防止対策	作業により塵埃が発生しやすいが、除染前に芝に水を与えることはできない、それによってこの芝刈りの目的を台無しにすることになる。 労働者による個人保護装備の使用はそれゆえ再浮遊障害を限定するために推奨される。																						
		対策	労働者が被ばくする可能性がある被曝経路: - 環境と汚染された装備設備からの外部被ばく。 - (もし放射性核種放出が続いておれば)放射性ヒュームの吸引。 - 地面とその他の表面(通常レベル以上に増加されるであろう)からの再浮遊物質の吸引。 - 作業員の手からの粉塵の不注意による摂取(個人用保護具(PPE)により制御可能)。 廃棄物の運搬と処理からの被ばく経路は含まない。 $\beta$ 線 $\gamma$ 線障害(危険性): 環境中の汚染から労働者への外部被ばく線量は適用期間全体に渡る一般人の線量よりも数倍高い。かなり埃が多い条件下においても、再浮遊物質からの吸入線量は全労働者の吸入線量に対して小さな寄与しかない。 $\alpha$ 線障害(危険性): 再浮遊した物質からの労働者への吸入線量は典型的には実施期間の全期間にわたる一般人の線量よりも数倍高い。環境中の汚染物からの外部線量は無視することができる。																						
		効果	大雨が降る前で堆積の1週間以内であれば、2-10の除染係数(DF)は達成できる。 外部 $\gamma$ 線と $\beta$ 線の線量率は芝の表面の直上で、概略DFの値程度減少させられる。 芝表面の再浮遊は減少できる。しかし周辺の土壌汚染のために、その効果はDF値ほどではない。	汚染後、長時間が経過し、大雨が降った後の場合、汚染物は土壌内部に移行しているため、芝刈りの効果はほとんど期待できない。表土ごと剥ぎ取る必要がある。(「10.敷地 削り取り」を参照) 芝生の葉及びサッチ層の除去で、地上50cm及び地表の線量率が、それぞれ45及び81%減少。地表面に近いほど、線量の低減効果は大きい。(福島県の試験結果)																					
		適用対象の選定方法	庭や公園や運動場やその他の広場における芝の表面																						
		装置・技術・材料	特に必要な装置 必要な装置は、対策を行う区域の広さによる。 - 芝刈り機(面積の広さに依って種々の大きさ)、可能なら刈った芝の収納を確実にする収納箱を合わせたもの。 - 広い面積では牽引機(トラクター)が必要、または必要かもしれない。 - もし芝刈り機が集塵箱を装備してない場合、熊手または他の集める装備 - 広い面積の場所に対しては飼料刈入機が必要かもしれない。 - 廃棄物と設備装備を輸送するための運搬車。 特に必要な技術 大規模な設備装備を使用する場合、その操作技能を持つ人材が望ましい。																						
		必要な安全対策	空気呼吸器保護器と防護服/防護/手袋が再浮遊している放射性物質からの障害を減少させるために、特に大変乾燥した条件において推奨される。																						
		経済性	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>小面積</td> <td>大面積</td> </tr> <tr> <td>設備費用</td> <td>€0.001/m<sup>2</sup></td> <td>€0.01/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>消耗品</td> <td colspan="2">大きなコストは不要。</td> </tr> <tr> <td>労務費</td> <td>€ 0.2/m<sup>2</sup></td> <td>€0.002/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>作業時間</td> <td colspan="2">100~10000/チーム・時間 使用した装備の規模による</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">チームサイズ(人員): 1名</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">刈った芝を手で集める場合、住居の庭などの小さな面積の場所で芝刈りを行うことはかなり高価である。</td> </tr> </table> <p>対策実施の時間とコストへの影響因子 気候、地形・地質、場所の面積、使用可能な装備設備の種類、交通の便、個人的防護機材の使用。</p>		小面積	大面積	設備費用	€0.001/m <sup>2</sup>	€0.01/m <sup>2</sup>	消耗品	大きなコストは不要。		労務費	€ 0.2/m <sup>2</sup>	€0.002/m <sup>2</sup>	作業時間	100~10000/チーム・時間 使用した装備の規模による			チームサイズ(人員): 1名			刈った芝を手で集める場合、住居の庭などの小さな面積の場所で芝刈りを行うことはかなり高価である。		
			小面積	大面積																					
		設備費用	€0.001/m <sup>2</sup>	€0.01/m <sup>2</sup>																					
		消耗品	大きなコストは不要。																						
労務費	€ 0.2/m <sup>2</sup>	€0.002/m <sup>2</sup>																							
作業時間	100~10000/チーム・時間 使用した装備の規模による																								
	チームサイズ(人員): 1名																								
	刈った芝を手で集める場合、住居の庭などの小さな面積の場所で芝刈りを行うことはかなり高価である。																								
2次廃棄物	汚染物の量・種類	量: $1 \times 10^{-4} \sim 7 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}^2$ (150g以下/m <sup>2</sup> ) 種類: 芝(草) 廃棄物の草の量は切った草の高さと全体を覆う草地の密度に依存する。 刈られた芝で汚染は一樣であり、廃棄物の分離分別は困難である。 しかし、異なる汚染レベルの場所から芝が刈られたとすると、特別な管理を必要とする廃棄物量を最小化するために、廃棄物処理基準をクリアするかの監視計測が重要となる。 廃棄物量が多量になりえる。(1平方キロメートルの芝から 草の廃棄物は150トンになる。)	芝生の葉及びサッチ層の除去では、根からの除去と比較して、芝生の発生量を減らすことができる。																						
汚染物の取扱い方法	有機廃棄物の体積は約1/100程度にまで実質的に減少させることができ、廃棄物輸送と貯蔵の問題を大きく低減させられる。	乾燥・焼却等による減容が可能																							
その他特記事項	欧州で小規模に試験された。	福島県県中建設事務所、(財)福島県都市公園・緑化協会(8/8)より																							
EURANOS参照元	ID: 35																								

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
敷地	草や灌木の撤去	目的	・放射性物質が表面に付着した植物又は灌木からの外部被ばく線量の減少 ・植物又は灌木からの再浮遊物質による内部被ばく量の減少		
		対策	対策の内容	庭や公園、運動場、広場など植生のある場所から草と灌木を伐採・回収して汚染を取り除く。	土壌改質などの方策と合わせて実施を検討する必要がある
			汚染の拡大防止対策	作業中に塵埃が発生しやすいが、草や灌木を除草する前に土壌に散水してしまうとこの手法の効果自体がなくなる。個人用保護装備を着用して粉塵の吸入を避けることが推奨される。	塵埃が発生しやすいため、現場作業員だけでなくその周辺にいる他の作業員も個人用保護装備を着用する必要があると考えられる。
			作業員の被ばく対策	作業員が被曝する被曝経路は、以下のものがある。 ・環境や汚染した機器からの外部被曝 ・地面と他の表面(正常なレベル以上に高められたと思われる)から浮遊した放射性物質の吸入 ・作業員の両手からはこりを無意識に摂取 上記の経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)を使用することでこれらの経路からの放射線量を制御することができる。	
		効果	表面の汚染物質の低減 堆積の1週間以内かつ多量の降雨以前に実施されればDF=2-10が達成可能。 表面線量率の低減 植物や灌木のある地域での汚染物質による外部放射線量率は、周辺土壌の汚染もあることから、上記のDFほどには低減しない。 再浮遊の低減 草と灌木のある地域での再浮遊は減少できる。しかし周辺土壌の汚染のために、上記のDFほどには低減しない。	福島県の実施したモデル事業で道路(通学路)の側溝で土砂撤去と除草を実施した場合、表面1cmの線量率が13 $\mu$ Sv/hが1.6 $\mu$ Sv/hに低減。歩道端の土砂堆積、草繁茂場所で、土砂撤去、除草に高圧洗浄を実施した場合、表面1cmの線量率が線量率が25 $\mu$ Sv/hから1.2~3.8 $\mu$ Sv/hに低減(福島県災害対策本部)。(参照資料 原子力委員会8/2資料-JAEAより報告)	
		適用対象の選定方法	庭や公園や運動場や他の広場における草と灌木	事象後、早期の段階で実施する必要がある。大雨に晒された後や落葉後に実施しても効果は低い。	
		装置・技術・材料	特に必要な装置	剪定はさみ トラクター、トレーラ(牽引車) 枝切り機 飼料刈入機(広域の場合) 設備装備と廃棄物のための運搬車。	
			特に必要な技術	飼料刈入機や選定はさみの操作技術	
			必要な安全対策	・空気呼吸器保護器(埃っぽい条件において推奨) ・防護服(埃っぽい条件において推奨) ・安全メガネを含む顔面防護(剪定鋏使用時)。	
		経済性	機器費用(€/m <sup>2</sup> ):0.09(小面積)~0.1(大面積) 労務費(€/m <sup>2</sup> ):0.6(小面積)~0.07(大面積) 作業時間:100~1,000m <sup>2</sup> /チーム・時間(チームは2名、設備装備と場所の面積に依存、大規模設備がなければかなり長期を要する)		
		2次廃棄物	汚染物の量・種類	量:2kg/m <sup>2</sup> 種類:草と灌木などの物質	
			汚染物の取扱い方法	記載なし	
その他特記事項		再植栽が必要となる可能性もある			
EURANOS参照元		ID: 36			

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

Andersson et al (2003); Brown and Jones (2000); Brown, Charnock and Morrey (2003);

Junker et al (1998); HPA-RPD (2005); Roed et al (1995a)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
敷地	汚染物の表面固定	目的	土壌や芝からの再浮遊物質による内部被ばく線量を短期的に低減		
		対策	対策の内容	水やアクリル系ペイント、ヴィナムルまたはリグニンと呼ばれるエマルジョンポリマー(紙の製造から得られる毒性のない廃棄物)を散布し、芝/土壌表面汚染の固着する。	目的(長期または短期の固着)と使用する固着剤により、被覆の完全性を維持するため反復対策が必要になる場合もある。
			汚染の拡大防止対策	芝刈り前に芝の葉に汚染物を沈着させることを目的とする場合、水を使用すると洗い流されてしまうので使用しない。	散水によって、汚染物は表面を流れるか、さらに土壌の中に移行する可能性がある。移行経路とそれによる影響を事前調査する必要がある。
			作業員の被ばく対策	作業員が被曝する被曝経路は、以下のものがある。 ・環境や汚染した機器からの外部被曝 ・地面と他の表面(正常なレベル以上に高められたと思われる)から浮遊した放射性物質の吸入 ・作業員の両手からほこりを無意識に摂取 上記の経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)を使用することでこれらの経路からの放射線量を制御することができる。	
			効果	表面の汚染物質の低減 表面の除染をするわけではないため除染係数(DF)は1 表面線量率の低減 固着が続く間、表面上の外部ベータ線量率の低減効果が期待される。ガンマ線の低減効果はない。 再浮遊の低減 固着が保たれている間は、表面上の再浮遊の大気中濃度はほぼ100%低減する。  本手法によって、ある個人が受ける被ばく線量の低減効果は、固有の状況に著しく依存する。	水を散布することで、放射性物質は土壌粒子に結合され、汚染物質を表面の下に洗い流すため、長期的に「再浮遊」の危険性が低減される。しかし、草や灌木、樹木を除去しなければ、これらを經由しての再浮遊物が内部被ばくの一因となり得る。
		適用対象の選定方法	庭園、公園、運動場や空き地の芝の表面。		
		装置・技術・材料	特に必要な装置	水固着の場合 ・消火栓とホース(小面積) ・可動式アームを備えた巻き取り式ホースリール、ポンプおよびトラクター(大面積) ペイント固着の場合 ・エアレスポンプとエアコンプレッサ(小面積) ・トラクターと可動式アーム(大面積) 全てのケースにおいて機材の運搬車両が必要	
			特に必要な技術	装置を操作する熟練作業員	
			必要な安全対策	・水の取扱では防水衣料(推奨) ・ペイントを扱う際にはさらに防護衣料 ・ペイントスプレーの防護のための呼吸用保護具(RPE)	
		経済性	水固着の場合 機器費用(€/m <sup>2</sup> ): $7 \times 10^{-5}$ (小面積) ~ $4 \times 10^{-3}$ (大面積) 労務費(€/m <sup>2</sup> ): $7 \times 10^{-2}$ (小面積) ~ $2 \times 10^{-2}$ (大面積) ペイント固着の場合 機器費用(€/m <sup>2</sup> ): $2 \times 10^{-2}$ (小面積) ~ $4 \times 10^{-4}$ (大面積) 労務費(€/m <sup>2</sup> ): $2 \times 10^{-1}$ (小面積) ~ $3 \times 10^{-3}$ (大面積) 消耗品費(€/m <sup>2</sup> ): $1 \times 10^{-1}$ (小面積) ~ $4 \times 10^{-2}$ (大面積) 作業時間: 200 ~ 3,000m <sup>2</sup> /チーム・時間 (チームは2名、固着物質と設備に依存)		
次廃棄物	汚染物の量・種類	固着自体では廃棄物はない。もし後の段階で芝/土壌を除去しても、固着物質からの付加的廃棄物は、芝/土壌自体と比べて非常に少ない。			
	汚染物の取扱い方法	記載なし			
	その他特記事項	アクリル系ペイントの土壌への浸透による化学汚染の可能性がある。			
		EURANOS参照元	ID: 41		

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)



技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
家屋	取り壊し	目的	建物に関する汚染を取り除く		
		対策	対策の内容	クレーンと硬球または空気圧はつり機具によって建物を取り壊す。 建物の基礎はジャックハンマー等の機材を用いて取り除く。 作業効果を高めるため、周辺の地表も除染する。	
			汚染の拡大防止対策	取り壊し中に発生する埃を抑えるため、水を散布する。 建物を足場で囲んでパネルで覆い、HEPAフィルター換気システムを設置して埃の発生を管理する。	周辺環境も高度に汚染されていることが前提。家屋の取り壊し後、その周辺土壌等も除染する必要がある。
			作業員の被ばく対策	作業員が被曝する被曝経路は、以下のものがある。 ・環境や汚染した機器からの外部被曝 ・地面と他の表面(正常なレベル以上に高められたと思われる)から浮遊した放射性物質の吸入 ・作業員の両手からほこりを無意識に摂取 上記の経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)を使用することでこれらの経路からの放射線量を制御することができる。	
		効果	表面の汚染物質の低減 全ての瓦礫を取り除き、取り壊しによって汚染が広がらないとすれば、除染効果=100%。 表面線量率の低減 建物の汚染からの線量率はゼロにできる。しかし、周辺環境からの全線量率を低減するには屋外周辺環境(地表面など)の除染も必要となる。		
		適用対象の選定方法	生活が困難な程の高線量の地域の高度に汚染された建物 汚染が広く分散した建物		
		装置・技術・材料	特に必要な装置	・クレーンと硬球 ・足場 ・空気圧はつり器具 ・HEPAフィルター換気システム ・ジャックハンマー ・機器および廃棄物の輸送機器	
			特に必要な技術	建物の取り壊し技術を有する作業員	
			必要な安全対策	・安全ヘルメット ・安全靴 ・安全メガネ ・大量の埃が発生するため、呼吸の防護(respiratory protection)等が必要不可欠。 ・アスベストが存在する場合も同様の呼吸防護と安全対策が必要。	
		経済性	機器費用(€/m <sup>2</sup> ): 9/50(クレーンと硬球/閉じ込めパネルと空気圧はつり装置) 労務費(€/m <sup>2</sup> ): 30/300(クレーンと硬球/閉じ込めパネルと空気圧はつり装置) 作業時間(m <sup>2</sup> /チーム・時間): 5/0.5(クレーンと硬球/閉じ込めパネルと空気圧はつり装置) (チームは4名)		
		2次廃棄物	汚染物の量・種類	量: 70 kg/m <sup>2</sup> 種類: がれき及び建物の破片。	
			汚染物の取扱い方法	記載なし	表面の汚染レベルが比較的高い場合でも廃棄物全体としての放射能レベルは比較的低い。
その他特記事項		取り壊しの前に、アスベストについてチェックを行う必要がある。			
EURANOS参照元		ID: 12			

<sup>1</sup>: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1)</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)																																												
家屋 屋内	表面除去	目的	・居住区域内の建物の室内表面(主として床や壁、天井)の汚染からのβ線およびγ線による外部被曝線量の低減 ・表面からの再浮遊物質からの吸入被曝線量の低減。																																													
		対策の内容	・塗装:市販の研磨機で壁から除去する。この方法では多量の粉塵が発生するが、集塵機(HEPAフィルタ付が好ましい)に接続し、覆いを設置すれば制御可能であると考えられる。 ・漆喰壁:空圧チゼルで削り取る。 ・壁紙:スクレーパーで手作業で剥がすか、蒸気ストリッパーで剥がす。 ・リノリウム、カーペット:床に接着していない場合、手作業で外す。 ・リノリウムタイル:コンクリート床に接着している場合は剥がすために機具が必要だろう。木板にピン止めされている場合、ピンを除去することで板とタイルを同時に除去する。																																													
		対策 汚染の拡大防止対策																																														
		作業員の被ばく対策	作業員が被ばくする可能性がある被ばく経路(廃棄物の輸送と処分からの被ばく経路は含まない): ・環境及び汚染された装置からの外部被ばく ・床や他の表面(通常レベル以上に拡大されるかもしれない)からの再浮遊した放射性物質の吸引 ・作業員の手から粉塵の不注意による摂取。ただし、個人用保護具(PPE)により線量を制御できる。																																													
		効果	注意深く実施すれば、表面の全ての汚染を事実上、除去可能である。しかし、壁紙、塗装、壁土の除去プロセスは埃を介して他の表面への汚染を拡大する可能性もある。初回に徹底的に実施すれば、繰り返し行ってもあまり効果はない。																																													
	適用対象の選定方法	建物の室内表面(主に床や壁、天井)																																														
	装置・技術・材料	特別に必要な装置	・スクレーパー ・蒸気ストリッパー ・空圧チゼル(はつり工具) ・コンクリートからリノリウムタイルの除去:コンクリートの床に粘着したタイルを除去する機械(長いリーチの除去器) ・板張り床を除去するためののこぎり ・装置や廃棄物の輸送機																																													
	特別に必要な技術	簡単な指示のみが要求される。そのため、手法は少なくとも部分的には、当局からの指示や安全具やその他装置の支給後に、住民自身で実行可能である。																																														
	必要な安全対策	手袋とオーバーオール。防水服が必要かもしれない。 個人用保護具(PPE)は再浮遊物質からの危険性を低減するために、埃っぽい環境では必要かもしれない。アスベストがある場合、適切な安全測定および呼吸器保護具が必要となるだろう。																																														
	2次廃棄物	汚染物の量・種類	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>装置費用(€/m<sup>2</sup>)</th> <th>労務費(€/m<sup>2</sup>)</th> <th>作業時間(m<sup>2</sup>/チーム・時間)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">壁紙</td> <td>8 × 10<sup>-4</sup> (scribing)</td> <td>8 × 10<sup>-1</sup> (scribing)</td> <td>60 (scribing)</td> </tr> <tr> <td>2 × 10<sup>-4</sup> (scribing &amp; peeling)</td> <td>2 × 10<sup>-1</sup> (scribing &amp; peeling)</td> <td>230 (scribing &amp; peeling)</td> </tr> <tr> <td>ほぼなし (peeling)</td> <td>9 × 10<sup>-2</sup> (peeling)</td> <td>4 (peeling)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">塗装</td> <td>9 × 10<sup>-4</sup> (壁面)</td> <td>7 (壁面)</td> <td>5 (壁面)</td> </tr> <tr> <td>1 × 10<sup>-4</sup> (天井)</td> <td>9 (天井)</td> <td>4 (天井)</td> </tr> <tr> <td>漆喰壁</td> <td>1</td> <td>1 (壁面と天井)</td> <td>25 (壁面と天井)</td> </tr> <tr> <td>カーペット</td> <td>8 × 10<sup>2</sup></td> <td>7 × 10<sup>-1</sup></td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>リノリウム</td> <td>ほぼなし</td> <td>5 × 10<sup>-1</sup></td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>リノリウムタイル (コンクリート上)</td> <td>2 × 10<sup>2</sup></td> <td>2</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>リノリウムタイル (板張り床)</td> <td>ほぼなし</td> <td>2 × 10<sup>-1</sup></td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>板張り床</td> <td>ほぼなし</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>		装置費用(€/m <sup>2</sup> )	労務費(€/m <sup>2</sup> )	作業時間(m <sup>2</sup> /チーム・時間)	壁紙	8 × 10 <sup>-4</sup> (scribing)	8 × 10 <sup>-1</sup> (scribing)	60 (scribing)	2 × 10 <sup>-4</sup> (scribing & peeling)	2 × 10 <sup>-1</sup> (scribing & peeling)	230 (scribing & peeling)	ほぼなし (peeling)	9 × 10 <sup>-2</sup> (peeling)	4 (peeling)	塗装	9 × 10 <sup>-4</sup> (壁面)	7 (壁面)	5 (壁面)	1 × 10 <sup>-4</sup> (天井)	9 (天井)	4 (天井)	漆喰壁	1	1 (壁面と天井)	25 (壁面と天井)	カーペット	8 × 10 <sup>2</sup>	7 × 10 <sup>-1</sup>	100	リノリウム	ほぼなし	5 × 10 <sup>-1</sup>	80	リノリウムタイル (コンクリート上)	2 × 10 <sup>2</sup>	2	20	リノリウムタイル (板張り床)	ほぼなし	2 × 10 <sup>-1</sup>	300	板張り床	ほぼなし	1	3
	装置費用(€/m <sup>2</sup> )	労務費(€/m <sup>2</sup> )	作業時間(m <sup>2</sup> /チーム・時間)																																													
壁紙	8 × 10 <sup>-4</sup> (scribing)	8 × 10 <sup>-1</sup> (scribing)	60 (scribing)																																													
	2 × 10 <sup>-4</sup> (scribing & peeling)	2 × 10 <sup>-1</sup> (scribing & peeling)	230 (scribing & peeling)																																													
	ほぼなし (peeling)	9 × 10 <sup>-2</sup> (peeling)	4 (peeling)																																													
塗装	9 × 10 <sup>-4</sup> (壁面)	7 (壁面)	5 (壁面)																																													
	1 × 10 <sup>-4</sup> (天井)	9 (天井)	4 (天井)																																													
漆喰壁	1	1 (壁面と天井)	25 (壁面と天井)																																													
カーペット	8 × 10 <sup>2</sup>	7 × 10 <sup>-1</sup>	100																																													
リノリウム	ほぼなし	5 × 10 <sup>-1</sup>	80																																													
リノリウムタイル (コンクリート上)	2 × 10 <sup>2</sup>	2	20																																													
リノリウムタイル (板張り床)	ほぼなし	2 × 10 <sup>-1</sup>	300																																													
板張り床	ほぼなし	1	3																																													
汚染物の取扱い方法	蒸気ストリッパーで発生する水は回収不能である。床表面を覆ってその覆いを処分すること方法がある。																																															
その他特記事項																																																
EURANOS参照元	ID: 25																																															

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
家屋	屋内	表面洗浄	目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>居住区域内の大きな公共施設(駅など)の床や壁表面の汚染からのβ線およびγ線による外部被曝線量の低減</li> <li>これら表面からの再浮遊物質からの吸入被曝線量の低減。</li> </ul>		
			対策の内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>高圧放水: 約14Mpaのポンプ圧力で放水する。このとき洗剤を用いてもよい。また、砂を温水あるいは冷水と混ぜて吹きつけるサンドブラストによって表面を削ることもできる。駅など大面積の場合、35MPaの圧力で、貯水タンク、消火栓、消防隊などから給水して放水する。</li> <li>表面除去: スキャブラーを利用して、コンクリートやレンガの表面をはぎ取る。</li> </ul>		
			対策	汚染の拡大防止対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>表面除去の場合、粉塵が浮遊しないように湿らせることが必要である。</li> <li>屋外に開口部がある大面積の建物の場合、Gully Sucker(排水口吸引機?)で排水の回収が可能である。</li> <li>排水の回収ができない場合、周辺の地面や表面の浄化やその他の適切な処置が必要である。</li> </ul>	
			作業者の被ばく対策	<p>作業者が被ばくする可能性がある被ばく経路(廃棄物の輸送と処分からの被ばく経路は含まない。):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>環境及び汚染された装置からの外部被ばく</li> <li>床や他の表面(通常レベル以上に拡大されるかもしれない)からの再浮遊した放射性物質の吸引</li> <li>作業者の手から粉塵の不注意による摂取。ただし、個人用保護具(PPE)により線量を制御できる。</li> </ul>		
			効果	高圧放水やサンドブラストに関して、これらの対策が汚染沈着の数週間以内に実行され、かつ事前の洗浄が行われていなければ、10までの除染係数(DF)が、コンクリートや石、レンガ表面(床や壁)に期待できる。また、タイルやリリウム、マーラータイル、ガラスのような滑らかな表面に対しては、より高		
			適用対象の選定方法	水に濡れたり、水が浸透しても問題がない大面積の表面、例えばコンクリートなど。汚染沈着後速やかに実施すれば効果は最大となる。しかしこれら技術は、洗浄前に行った浄化や風化の度合いに依存するが、汚染沈着後の数年までが効果的であろう。		
			装置・技術・材料	特に必要な装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>14Mpaの放水洗浄機</li> <li>屋外用発電機</li> <li>フィルタ</li> <li>ポンプ</li> <li>Gully Sucker</li> <li>スキャブラー</li> <li>装置や廃棄物の輸送機</li> </ul>	
				特に必要な技術	機械を操作するための熟練工が必須	
				必要な安全対策	特に高汚染エリアでは、耐水性の衣服が推奨される。汚染された散水から作業を守るため、呼吸器保護具を含む個人用保護具(PPE)が必要である。	
			経済性	<p><b>高圧放水・サンドブラスト</b></p> <p>装置費用(€/m<sup>2</sup>): 1 × 10<sup>-1</sup> ~ 3 × 10<sup>-1</sup></p> <p>労務費(€/m<sup>2</sup>): 0.7~5</p> <p>作業時間: 100 m<sup>2</sup>/チーム・時間 (チームは1-2名、排水回収には更に人員が必要)</p> <p><b>スキャブラー</b></p> <p>装置費用(€/m<sup>2</sup>): 8</p> <p>労務費(€/m<sup>2</sup>): 70</p> <p>作業時間: 15 (コンクリート)、0.5(レンガ)m<sup>2</sup>/チーム・時間 (チームは1-2名)</p>		
			2次廃棄物	汚染物の量・種類	<p>技術や排水を回収するかどうかによって様々である。</p> <p>サンドブラスターは固体廃棄物(粉塵+ろ過物)+使用した水が 3 kg m<sup>-2</sup> 発生する。スキャブラーによる表面除去は、コンクリート床除去で約 15 kg m<sup>-2</sup>、レンガ壁除去で 25 kg m<sup>-2</sup> の固体廃棄物が発生する。</p>	
				汚染物の取扱い方法		
				その他特記事項		
EURANOS参照元	ID: 27					

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)
水耕田	鍬き込み	目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>居住区域内の汚染芝地や汚染土壌からの外部被曝放射線量の低減</li> <li>上記区域からの再浮遊物質を吸引することによる内部被曝放射線量の低減</li> </ul>	
		対策の内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 耕運機による掘り起し: 土や芝を外部動力機械で耕す。深さは約15cm</li> <li>② 人手による掘り起し: 土壌表層を人力で耕す。深さは15cm~30cm</li> <li>③ 鋤による三層天地返し: 三層に分けた土壌を鋤で掘り起し、入れ替える。約5cm(汚染到達度合いに応じて)×3層</li> <li>④ 撿土板による耕起: 土壌表層を撿土板で耕す。深さは25cm~30cm</li> <li>⑤ 単溝撿土板による耕起: 土壌表層を単溝撿土板で深く耕す。深さは45cm~90cm</li> </ul>	
		対策	汚染の拡大防止対策 草花は事前に除去または植え替え/移植を行う。 土埃が舞いやすいので、実施前に地表に水を撒く。	
		作業員の被ばく対策	作業員が被曝する可能性がある被曝経路は、以下のものがある。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・環境と汚染された機器からの外部被曝</li> <li>・地面と他の表面(正常なレベル以上に高められた)からの再浮遊物質の吸引</li> <li>・作業員の手からの粉塵の不注意による摂取</li> </ul> 上記イタリック体で示した経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)により、これらの経路からの放射線量を制御することができる。	
		効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>①の方法: 表面の汚染物質の低減: 汚染物質を除去しないので、除染係数(DF)は「1」、表面線量率の低減: ガンマ、ベータ線による放射線量率は、1/2から1/3に低減、再浮遊の低減: 地表面上の再浮遊物質の大気濃度は、1/10から1/20に減少</li> <li>②の方法: 表面の汚染物質の低減: 汚染物質を除去しないので、除染係数(DF)は「1」、表面線量率の低減: ガンマ、ベータ線による放射線量率は、1/2から1/4に低減、再浮遊の低減: 地表面上の再浮遊物質の大気濃度は減少(定量的な表記なし)</li> <li>③の方法: 表面の汚染物質の低減: 汚染物質を除去しないので、除染係数(DF)は「1」、表面線量率の低減: ガンマ線による放射線量率は、1/5から1/10に低減、ベータ線は100%低減、再浮遊の低減: 地表面上の再浮遊物質の大気濃度は「0」</li> <li>④の方法: 表面の汚染物質の低減: 汚染物質を除去しないので、除染係数(DF)は「1」、表面線量率の低減: セシウムなどの高エネルギーのガンマ線放射核種による外部被曝放射線量率は、1/2から1/5に低減、ベータ線による放射線量率はそれ以上に低減、再浮遊の低減: 地表面上の再浮遊物質の大気濃度は、ガンマ線の放射線量率低減以上に減少</li> <li>⑤の方法: 表面の汚染物質の低減: 汚染物質を除去しないので、除染係数(DF)は「1」、表面線量率の低減: セシウムなどの高エネルギーのガンマ線放射核種による外部被曝放射線量率は、1/2から1/5に低減、ベータ線による放射線量率はそれ以上に低減、再浮遊の低減: 地表面上の再浮遊物質の大気濃度は、ガンマ線の放射線量率低減以上に減少</li> </ul>	
		適用対象の選定方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>①、②、③の方法: 小域、粘性土壌</li> <li>④、⑤の方法: 広域、粘性土壌</li> </ul>	
		装置・技術・材料	特別に必要な装置 ①の方法: 耕運機、運搬車 ②の方法: 鋤、機材運搬車 ③の方法: 鋤 ④の方法: 鋤、トラクター、機材運搬車 ⑤の方法: 深耕用鋤、大型トラクター、機材運搬車	
		特別に必要な技術	①の方法: 不要、②、③: 目的の理解、④、⑤: 目的を理解した耕起作業員	
		必要な安全対策	①、②の方法: 呼吸保護具、防護服、手袋 ③、④、⑤の方法: 呼吸保護具、防護服(埃っぽい状況下で)	
		経済性	<ul style="list-style-type: none"> <li>①の方法: 装置費用(€/m<sup>2</sup>): 2×10<sup>-1</sup>、労務費(€/m<sup>2</sup>): 4×10<sup>-1</sup>、作業時間(m<sup>2</sup>/チーム・時間): 1×10<sup>2</sup>(1チーム: 1人)</li> <li>②の方法: 装置費用(€/m<sup>2</sup>): 7×10<sup>-4</sup>、労務費(€/m<sup>2</sup>): 9、作業時間(m<sup>2</sup>/チーム・時間): 4~6(1チーム: 1人)</li> <li>③の方法: 装置費用(€/m<sup>2</sup>): 1×10<sup>-3</sup>、労務費(€/m<sup>2</sup>): 2×10<sup>1</sup>、作業時間(m<sup>2</sup>/チーム・時間): 2~3(1チーム: 1人)</li> <li>④の方法: 装置費用(€/m<sup>2</sup>): 1×10<sup>-3</sup>、労務費(€/m<sup>2</sup>): 6×10<sup>-3</sup>、作業時間(m<sup>2</sup>/チーム・時間): 6~8×10<sup>3</sup>(1チーム: 1人)</li> <li>⑤の方法: 装置費用(€/m<sup>2</sup>): 1×10<sup>-3</sup>、労務費(€/m<sup>2</sup>): 5×10<sup>-3</sup>、作業時間(m<sup>2</sup>/チーム・時間): 7×10<sup>3</sup>(1チーム: 1人)</li> </ul>	
		2次廃棄物	汚染物の量・種類 なし	
		汚染物の取扱い方法	(記載なし)	
		その他特記事項	①~⑤の方法: 繰り返し行うことはできない	「畑地 土壌掘り起し」と同様と考えられる
EURANOS参照元	ID: 42, 43, 45, 46, 47			

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	参照	
水耕田	表土の剥ぎ取り	目的	・居住区域内の汚染芝地や汚染土壌からの外部被曝放射線量の低減 ・上記区域における作物への汚染物質吸収の低減	・作物への放射性物質の移行低減*1 ・土壌の汚染物質からの外部被曝放射線量の低減*1 ・土壌からの再浮遊物質吸入による内部被曝放射線量の低減*1	*1: 技術カタログ28 畑地土壌洗浄	
		対策の内容	鋤き刃による表土の剥ぎ取り(5cm)作業を行い、表土を回収する。	土壌固化剤と水と混合して表面に吹き付けた後、土工機械で固化した表土をはぎ取る。*2	*2: 建設通信新聞8/25	
		対策	汚染の拡大防止対策	事前に雑草等の除去を行い、表面の起伏をならしておく。 この方法は土埃が舞いやすいので、実施前に地表に水を撒くか、再浮遊を防止できる器具を使用する。	固化した部分がかさぶた状に除去でき、粉じんの問題もなく、作業安全面でも効果がある。*2	*2: 建設通信新聞8/25
			作業員の被ばく対策	作業員が被曝する可能性がある被曝経路は、以下のものがある。 ・環境と汚染された機器からの外部被曝 ・地面と他の表面(正常なレベル以上に高められた)からの再浮遊物質の吸引 ・作業員の手からの粉塵の不注意による摂取 個人用保護具(PPE)により、これらの経路からの放射線量を制御することができる。	同上。*2	*2: 建設通信新聞8/25
		効果	<u>表面の汚染物質の低減</u> 汚染物質を除去しないので、除染係数(DF)は「1」である。 <u>表面線量率の低減</u> セシウムなどの高エネルギーのガンマ線放射核種による外部被曝放射線量率は、5分の1から10分の1に低減する。効果的に実施されれば、ベータ線の線量率は100%低減できる。 <u>再浮遊の低減</u> 地表面上の再浮遊物質の大気濃度は、ガンマ線の外部被曝放射線量率の低減以上に、さらに低減する。	水田の表土約4cm(10aあたり約40m <sup>3</sup> )の基本的な削り取り セシウム濃度: 10,370 Bq/kg から2,599 Bq/kg 土壌表面の空間線量率: 7.14 μSv/h から3.39 μSv/h 水田の表土約3cm(10aあたり約40m <sup>3</sup> )の固化剤を用いた削り取り セシウム濃度: 9090 Bq/kg から1671 Bq/kg 土壌表面の空間線量率: 7.76 μSv/h から3.57 μSv/h 福島県飯舘村の試験ほ場で実施	農林水産省 プレスリリース(9/14)	
		適用対象の選定方法	汚染の沈着が起こってから耕作されていない場所、粘性土壌	汚染の沈着が起こってから耕作されていない場所、粘性土壌*1	*1: 技術カタログ26. 畑地 プラウによる表土剥ぎ取りと埋設	
		装置・技術・材料	特別に必要な装置	表土剥ぎ取り用耕作機械(芝刈り機等) 廃棄物の輸送車	鋤具(剥ぎ取り用刃、鋤起し器具)*1 トラクター*1 鋤具と廃棄物の輸送車*1	*1: 技術カタログ26. 畑地 プラウによる表土剥ぎ取りと埋設
			特別に必要な技術	工作機械を使用する技能を持った作業員(作業目的を十分説明する必要あり)	鋤具を使用する技能を持った作業員(作業目的を十分説明する必要あり)*1	*1: 技術カタログ26. 畑地 プラウによる表土剥ぎ取りと埋設
			必要な安全対策	非常に埃っぽい状況下では、呼吸保護具と防護服を着用することが望ましい。	非常に埃っぽい状況下では、呼吸保護具と防護服を着用することが望ましい。*1	*1: 技術カタログ26. 畑地 プラウによる表土剥ぎ取りと埋設
		経済性		固化材に用いる材料は、一般土木工事で用いられているもので比較的安価と想定される。		
		2次廃棄物	汚染物の量・種類		固化した土壌	*2: 建設通信新聞8/25
			汚染物の取扱い方法		適切な施設で保管・処分*1	*1: 技術カタログ27. 畑地 低セシウム吸収作物の栽培
		その他特記事項				
参照元						

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	参照		
水耕田	荒かき	目的		<ul style="list-style-type: none"> <li>作物への放射性物質の移行低減*1</li> <li>土壌の汚染物質からの外部被曝放射線量の低減*1</li> <li>土壌からの再浮遊物質吸入による内部被曝放射線量の低減*1</li> </ul>	*1:28 畑地 土壌洗浄		
		対策	対策の内容		水田に水を張り、作業機械で表層土壌を浅く代かき後、細かい土砂が浮遊している濁水を強制排水する。濁水は固液分離し、上澄み液は放射性セシウムを除去して排水。土壌は乾燥後袋詰めにして搬出する。	*2:建設通信新聞8/25	
			汚染の拡大防止対策		農地には放射性セシウムの大部分が深さ数センチの表層部に集積していると考えられ、土壌中の粘土やシルトに放射性セシウムが吸着している。試験では10センチまで水を入れ、表層5センチを作業機械で土壌攪拌する。	*2:建設通信新聞8/25	
			作業員の被ばく対策		<p>作業員が被曝する被曝経路は、以下のものがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>環境や汚染した機器からの外部被曝*1</li> <li>土壌から浮遊した放射性物質の吸入</li> <li>作業者の両手からほこりを無意識に摂取*1</li> </ul> <p>上記の経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)を使用することでこれらの経路からの放射線量を制御することができる。*1</p>	*1:28 畑地 土壌洗浄	
		効果		荒掻き後直ちに排水する方法では、作土層の平均セシウム濃度は1回目で50%弱が除去され、2回目の荒掻きでさらに50%強除去された。	クリーンアップ分科会試験結果		
		適用対象の選定方法		<ul style="list-style-type: none"> <li>除染効率は、土壌粒子性状、含水率、粒度分布などに依存するため、土壌の事前調査が不可欠である。*1</li> <li>汚染土壌中の割合が、シルトと粘土が25%以下、砂と礫が50%以上であると効率が良い。*1</li> <li>粒子径は、0.25-2mmが望ましい。*1</li> <li>陽イオン交換容量が小さい方が望ましい。*1</li> </ul>	*1:28 畑地 土壌洗浄		
		装置・技術・材料	特に必要な装置		鋤具(剥ぎ取り用刃、鋤起し器具)*1 トラクター*1 鋤具と廃棄物の輸送車*1	*1:技術カタログ26.畑地 ブラウによる表土剥ぎ取りと埋設	
			特に必要な技術		トラクターを使用する技能を持った作業員(作業目的を十分説明する必要あり)		
			必要な安全対策		運搬:運搬車、収納容器の遮蔽*1 処理:作物付着土壌、残渣の保管・処分施設の遮蔽*1	*1:27.畑地 低セシウム吸収作物の栽培 必要な安全対策	
		経済性		代かき後の濁水処理に時間と費用をかけ分級作業を精緻に行くと、減容率は向上するが、それに伴いコストは上昇する。			
		2次廃棄物	汚染物の量・種類		代かき後の濁水を処理した後の土壌*2、代かき後は下水へ排水され、枘等においてセシウムを吸着した土壌微粒子の沈殿堆積により除染され、上澄み水は一般排水できる。	*2:建設通信新聞8/25	
			汚染物の取扱い方法		適切な施設で保管・処分*1	*1:27.畑地 低セシウム吸収作物の栽培	
		その他特記事項					
		EURANOS参照元					

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	参照	
水耕田	土壌洗浄	目的		<ul style="list-style-type: none"> <li>・作物への放射性物質の移行低減*1</li> <li>・土壌の汚染物質からの外部被曝放射線量の低減*1</li> <li>・土壌からの再浮遊物質吸入による内部被曝放射線量の低減*1</li> </ul>	*1:28 畑地 土壌洗浄	
		対策の内容		汚染物質が微粒子に収着しやすいことを利用して、汚染された土壌の水スラリー(界面活性剤添加の有無)を作成し、粒子径の違いなどを利用して選別する。*1	*1:28 畑地 土壌洗浄	
		対策	汚染の拡大防止対策		<ul style="list-style-type: none"> <li>・処理汚染懸濁水の流出防止策*1</li> </ul>	*1:28 畑地 土壌洗浄
			作業員の被ばく対策		<p>作業員が被曝する被曝経路は、以下のものがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・環境や汚染した機器からの外部被曝*1</li> <li>・地面と他の表面(正常なレベル以上に高められたと思われる)から浮遊した放射性物質の吸入*1</li> <li>・作業者の両手からほこりを無意識に摂取*1</li> </ul> <p>上記の経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)を使用することでこれらの経路からの放射線量を制御することができる。*1</p>	*1:28 畑地 土壌洗浄
		効果				
		適用対象の選定方法		<ul style="list-style-type: none"> <li>・除染効率、土壌粒子性状、含水率、粒度分布などに依存するため、土壌の事前調査が不可欠である。*1</li> <li>・汚染土壌中の割合が、シルトと粘土が25%以下、砂と礫が50%以上であると効率が良い。*1</li> <li>・粒子径は、0.25-2mmが望ましい。*1</li> <li>・陽イオン交換容量が小さい方が望ましい。*1</li> </ul>	*1:28 畑地 土壌洗浄	
		装置・技術・材料	特に必要な装置		<ul style="list-style-type: none"> <li>・土壌洗浄プラント(粒径選別プラント)*1</li> <li>・プラント設置用敷地(4acres)*1</li> <li>・水供給*1</li> <li>・流出水処理装置*1</li> </ul>	*1:28 畑地 土壌洗浄
			特に必要な技術		粒径選別(Size separation)技術*1	*1:28 畑地 土壌洗浄
			必要な安全対策		<p>運搬: 運搬車、収納容器の遮蔽*1</p> <p>処理: 作物付着土壌、残渣の保管・処分施設の遮蔽*1</p>	*1:27. 畑地 低セシウム吸収作物の栽培
		経済性		<p>作業能率としては、重金属汚染が対象であるが、処理能力を10~35m<sup>3</sup>/時間有している(10m<sup>3</sup>/時間とは、コンパクト化したプラントでの実績)。1プラントあたりの作業員数は、プラント管理に2名、バックホウ等必要な重機のオペレータが4名、ならびに現場監督1名である。導入経費として、放射性セシウムの汚染を対象としたプラントを見積もれる段階ではないが、参考として重金属汚染の場合、処理費用は7,700円程度/m<sup>3</sup>(ただし重金属の場合。かつ汚染土壌の処理費は含まない)、これとは別にプラントの導入費用(全損)は3,600万円程度(コンパクト化したプラントの場合)という値が目安となる。*2</p>	*2: 既往の類似工事の実績	
		2次廃棄物	汚染物の量・種類		汚染土壌残渣および汚染水	*1:28 畑地 土壌洗浄
			汚染物の取扱い方法		適切な施設で保管・処分	*1:27. 畑地 低セシウム吸収作物の栽培
		その他特記事項		水による洗浄(粒径選別の他)の他、酸など溶媒による化学的洗浄、浮遊選別や乾燥土壌の粒径選別など物理的方法がある。	*1:28 畑地 土壌洗浄	
		EURANOS参照元				

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	参照	
水耕田	ファイトレメデーション	目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土壌の汚染物質からの外部被曝放射線量の低減</li> <li>・土壌からの再浮遊物質吸入による内部被曝放射線量の低減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水田の汚染物質からの外部被曝放射線量および作物への放射能汚染の低減</li> <li>・土壌からの再浮遊物質吸入による内部被曝放射線量の低減</li> </ul>		
		対策の内容	汚染土壌からの植物による汚染物質の除去(経根吸収)	水耕田における植物による汚染物質の除去(経根吸収)、特に、雑草等によるCsの濃縮と伐採	30 畑地 ファイトレメデーション	
		汚染の拡大防止対策				
		作業員の被ばく対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作業員が被曝する被曝経路は、以下のものがある。</li> <li>・環境や汚染した機器からの外部被曝</li> <li>・地面と他の表面(正常なレベル以上に高められたと思われる)から浮遊した放射性物質の吸入</li> <li>・作業者の両手からほこりを無意識に摂取</li> </ul> 上記の経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)を使用することでこれらの経路からの放射線量を制御することができる。		30 畑地 ファイトレメデーション	
		効果		綿花栽培による除染試験あり。ただし、除染効果の評価まで時間を要する。		
		適用対象の選定方法	低汚染かつ長期的な除染が可能なエリアに適用することが望ましい			30 畑地 ファイトレメデーション
		装置・技術・材料	特に必要な装置	耕作機械	雑草刈取りのための耕作機械	30 畑地 ファイトレメデーション
			特に必要な技術	耕作技術		30 畑地 ファイトレメデーション
			必要な安全対策	記載なし		30 畑地 ファイトレメデーション
		経済性	US\$75,000-150,000/acre ※廃棄物処理費用別途			30 畑地 ファイトレメデーション
		2次廃棄物	汚染物の量・種類	バイオマス	・雑草等	30 畑地 ファイトレメデーション
			汚染物の取扱い方法	乾燥・(焼却処分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・休耕田やその他空地に一時的に仮置する。防水性ビニールシート等による飛散防止や コンクリート製倉庫等への保管による被曝対策を行う。</li> <li>・乾燥処理後、焼却等の減容処理を行い、放射性物質を飛灰として回収、保管する。</li> </ul>	30 畑地 ファイトレメデーション
		その他特記事項	寒冷地には不適			30 畑地 ファイトレメデーション
		EURANOS参照元	EPA(2007): 2.6.1 Phytoremediation			

1: EPA(2007): Technology reference Guide for Radioactivity Contaminated Media, EPA 402R-07-004



技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
水耕田	施肥	目的		施肥は作物生産量を増やし、それによって作物中の放射能を希釈する 拮抗元素を施肥し放射性セシウムやストロンチウムの吸収を減らす		
		対策	対策の内容		稲の生育状況に応じた施肥対策を講じる	
			汚染の拡大防止対策			
			作業員の被ばく対策		作業員は土壌からの放射線により被曝する恐れがあり、作業時間の短縮を図る。 個人用保護具(PPE)により、粉じん等の吸収を抑制することができる。	
		効果			作物への施肥による生産量が増大し、結果として単位量あたりの放射性物質濃度を希釈、低減する。また、土壌改良剤として窒素、リン、カリの混合比が1:1.5:2において効果的であった。	
		適用対象の選定方法				
		装置・技術・材料	特に必要な装置			石灰,塩化カリウム剤,カリウム剤
			特に必要な技術			薬剤散布機械
			必要な安全対策			薬剤散布にともなう飛散防止
		経済性				
		2次廃棄物	汚染物の量・種類			なし
			汚染物の取扱い方法			
		その他特記事項				
EURANOS参照元						

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
畑地	表土剥ぎ取り	目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・居住区域内の汚染芝地や汚染土壌からの外部被曝放射線量の低減</li> <li>・上記区域における作物への汚染物質吸収の低減</li> </ul>		
		対策の内容	鋤き刃による表土の剥ぎ取り(5cm)作業を行い、表土を回収する。	農研機構による除去試験(H23.8)、表面固化剤散布後、表土剥ぎ取りを行い、除染率向上を図る。	
		対策	汚染の拡大防止対策	事前に雑草等の除去を行い、表面の起伏をならしておく。 この方法は土埃が舞いやすいので、実施前に地表に水を撒くか、再浮遊を防止できる器具を使用する。	
			作業員の被ばく対策	<p>作業員が被曝する可能性がある被曝経路は、以下のものがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・環境と汚染された機器からの外部被曝</li> <li>・地面と他の表面(正常なレベル以上に高められた)からの再浮遊物質の吸引</li> <li>・作業員の手からの粉塵の不注意による摂取</li> </ul> <p>個人用保護具(PPE)により、これらの経路からの放射線量を制御することができる。</p>	
		効果	<p>表面の汚染物質の低減 汚染物質を除去しないので、除染係数(DF)は「1」である。</p> <p>表面線量率の低減 セシウムなどの高エネルギーのガンマ線放射核種による外部被曝放射線量率は、5分の1から10分の1に低減する。効果的に実施されれば、ベータ線の線量率は100%低減できる。</p> <p>再浮遊の低減 地表面上の再浮遊物質の大気濃度は、ガンマ線の外部被曝放射線量率の低減以上に、さらに低減する。</p>		
		適用対象の選定方法	汚染の沈着が起こってから耕作されていない場所、粘性土壌		
		装置・技術・材料	特に必要な装置	表土剥ぎ取り用耕作機械(芝刈り機等) 廃棄物の輸送車	
			特に必要な技術	工作機械を使用する技能を持った作業員(作業目的を十分説明する必要あり)	
			必要な安全対策	非常に埃っぽい状況下では、呼吸保護具と防護服を着用することが望ましい。	
		経済性			
		2次廃棄物	汚染物の量・種類		・はぎ取った表土
			汚染物の取扱い方法		<ul style="list-style-type: none"> <li>・処分場他空地に一時的に仮置する。防水性ビニールシート等による飛散防止や コンクリート製倉庫等への保管による被曝対策を行う。</li> <li>・乾燥処理後、焼却等の減容処理を行い、放射性物質を飛灰として回収、保管する。</li> </ul>
		その他特記事項			
EURANOS参照元					

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
畑地	土壌掘り起し	目的	・居住区域内の汚染芝地や汚染土壌からの外部被曝放射線量の低減 ・上記区域からの再浮遊物質を吸引することによる内部被曝放射線量の低減		
		対策	対策の内容	①耕運機による掘り起し:土や芝を外部動力機械で耕す。深さは約15cm ②人手による掘り起し:土壌表層を人力で耕す。深さは15cm~30cm ③鋤による三層天地返し:三層に分けた土壌を鋤で掘り起し、入れ替える。約5cm(汚染到達度合いに応じて)×3層 ④撥土板による耕起:土壌表層を撥土板で耕す。深さは25cm~30cm ⑤単溝撥土板による耕起:土壌表層を単溝撥土板で深く耕す。深さは45cm~90cm	(国外実績) ①居住区での実績なし、②欧州にてわずかに試験されたのみ、③旧ソビエト連邦で何度か試験された、④旧ソビエト連邦で広範囲に実施、⑤旧ソビエト連邦で広範囲に実施、デンマークで限定区画で試験された (国内実績:なし)
			汚染の拡大防止対策	草花、低木、高木は事前に除去または植え替え/移植を行う。 土埃が舞いやすいので、実施前に地表に水を撒く。	・一般に、掘り起し・耕起の深さは地下水位以上とするのが望ましい。 ・急傾斜地では対策実施後に土壌浸食の危険性があるので、表層防護、雨水排水対策等に留意する必要がある。
			作業員の被ばく対策	作業員が被曝する可能性がある被曝経路は、以下のものがある。 ・環境と汚染された機器からの外部被曝 ・地面と他の表面(正常なレベル以上に高められた)からの再浮遊物質の吸引 ・ <i>作業員の手からの粉塵の不注意による摂取</i> 上記イタリック体で示した経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)により、これらの経路からの放射線量を制御することができる。	
		効果	①の方法:表面の汚染物質の低減:汚染物質を除去しないので、除染係数(DF)は「1」、表面線量率の低減:ガンマ、ベータ線による放射線量率は、1/2から1/3に低減、再浮遊の低減:地表面上の再浮遊物質の大気濃度は、1/10から1/20に減少 ②の方法:表面の汚染物質の低減:汚染物質を除去しないので、除染係数(DF)は「1」、表面線量率の低減:ガンマ、ベータ線による放射線量率は、1/2から1/4に低減、再浮遊の低減:地表面上の再浮遊物質の大気濃度は減少(定量的な表記なし) ③の方法:表面の汚染物質の低減:汚染物質を除去しないので、除染係数(DF)は「1」、表面線量率の低減:ガンマ線による放射線量率は、1/5から1/10に低減、ベータ線は100%低減、再浮遊の低減:地表面上の再浮遊物質の大気濃度は「0」 ④の方法:表面の汚染物質の低減:汚染物質を除去しないので、除染係数(DF)は「1」、表面線量率の低減:セシウムなどの高エネルギーのガンマ線放射核種による外部被曝放射線量率は、1/2から1/5に低減、ベータ線による放射線量率はそれ以上に低減、再浮遊の低減:地表面上の再浮遊物質の大気濃度は、ガンマ線の放射線量率低減以上に減少 ⑤の方法:表面の汚染物質の低減:汚染物質を除去しないので、除染係数(DF)は「1」、表面線量率の低減:セシウムなどの高エネルギーのガンマ線放射核種による外部被曝放射線量率は、1/2から1/5に低減、ベータ線による放射線量率はそれ以上に低減、再浮遊の低減:地表面上の再浮遊物質の大気濃度は、ガンマ線の放射線量率低減以上に減少		
		適用対象の選定方法	①、②、③の方法:小域、粘性土壌 ④、⑤の方法:広域、粘性土壌	・砂質土壌では汚染の到達深さについて事前調査が必要。	
		装置・技術・材料	特に必要な装置	①の方法:耕運機、運搬車 ②の方法:鋤、機材運搬車 ③の方法:鋤 ④の方法:鋤、トラクター、機材運搬車 ⑤の方法:深耕用鋤、大型トラクター、機材運搬車	
			特に必要な技術	①の方法:不要、②、③:目的の理解、④、⑤:目的を理解した耕起作業員	
			必要な安全対策	①、②の方法:呼吸保護具、防護服、手袋 ③、④、⑤の方法:呼吸保護具、防護服(埃っぽい状況下で)	
		経済性	①の方法:装置費用(€/m <sup>2</sup> ): $2 \times 10^{-3}$ 、労務費(€/m <sup>2</sup> ): $4 \times 10^1$ 、作業時間(m <sup>2</sup> /チーム・時間): $1 \times 10^2$ (1チーム:1人) ②の方法:装置費用(€/m <sup>2</sup> ): $7 \times 10^{-4}$ 、労務費(€/m <sup>2</sup> ):9、作業時間(m <sup>2</sup> /チーム・時間):4~6(1チーム:1人) ③の方法:装置費用(€/m <sup>2</sup> ): $1 \times 10^{-3}$ 、労務費(€/m <sup>2</sup> ): $2 \times 10^1$ 、作業時間(m <sup>2</sup> /チーム・時間):2~3(1チーム:1人) ④の方法:装置費用(€/m <sup>2</sup> ): $1 \times 10^{-3}$ 、労務費(€/m <sup>2</sup> ): $6 \times 10^{-3}$ 、作業時間(m <sup>2</sup> /チーム・時間):6~8×10 <sup>3</sup> (1チーム:1人) ⑤の方法:装置費用(€/m <sup>2</sup> ): $1 \times 10^{-3}$ 、労務費(€/m <sup>2</sup> ): $5 \times 10^{-3}$ 、作業時間(m <sup>2</sup> /チーム・時間): $7 \times 10^3$ (1チーム:1人)		
廃棄	汚染物の量・種類	なし			
	汚染物の取扱い方法	(記載なし)			
	その他特記事項	①~⑤の方法:繰り返し行うことはできない			
	EURANOS参照元	ID: 42、43、45、46、47			

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
畑地	プラウによる表土剥ぎ取りと埋設	目的	・居住区域内の汚染芝地や汚染土壌からの外部被曝放射線量の低減 ・上記区域からの再浮遊物質を吸引することによる内部被曝放射線量の低減	プラウ耕により、放射性セシウムで汚染された表層土を土壌下層に反転することにより、土表面の空間線量率を低下させるとともに、作物への移行吸収量を低下させる。	
		対策	対策の内容	鋤き刃による表土の剥ぎ取り(5cm)と鋤起し(40cm)の連続作業により、表層5cmの土壌を深さ45cm~40cm(作物の根圏より深い位置)に埋設する。	(国外実績) ・旧ソビエト連邦で何度か試験が実施された。 (国内実績) ・農研機構中央農業総合研究センター(福島県本宮市の水田で実施)
			汚染の拡大防止対策	草花、低木、高木は事前に除去または植え替え/移植を行うとともに、芝地は事前にローラをかける。 この方法は土埃が舞いやすいので、実施前に地表に水を撒くか、再浮遊を防止できる器具を使用する。	・一般に、鋤起しの深さは地下水位以上とするのが望ましい。 ・急傾斜地では対策実施後に土壌浸食の危険性があるので、表層防護、雨水排水対策等に留意する必要がある。 ・放射性物質は残存するため、比較的軽度の汚染土壌に向いている。
			作業員の被ばく対策	作業員が被曝する可能性がある被曝経路は、以下のものがある。 ・環境と汚染された機器からの外部被曝 ・地面と他の表面(正常なレベル以上に高められた)からの再浮遊物質の吸引 ・作業員の手からの粉塵の不注意による摂取 上記イタリック体で示した経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)により、これらの経路からの放射線量を制御することができる。	
		効果	表面の汚染物質の低減 汚染物質を除去しないので、除染係数(DF)は「1」である。 表面線量率の低減 セシウムなどの高エネルギーのガンマ線放射核種による外部被曝放射線量率は、5分の1から10分の1に低減する。効果的に実施されれば、ベータ線の線量率は100%低減できる。 再浮遊の低減 地表面上の再浮遊物質の大気濃度は、ガンマ線の外部被曝放射線量率の低減以上に、さらに低減する。	ほ場の表面線量率(農研機構の試験結果) 不耕起:0.66 μSv/h、ロータリ耕:0.40 μSv/h、プラウ耕:0.30 μSv/h	
		適用対象の選定方法	汚染の沈着が起こってから耕作されていない場所、粘性土壌	・砂質土壌では汚染の到達深さ・施工方法について事前調査・検討が必要。 ・事前に地下水のリスク評価(簡易ボーリングによる地下水位調査と土壌の放射性セシウム溶出試験)	
		装置・技術・材料	特に必要な装置	鋤具(剥ぎ取り用刃、鋤起し器具) トラクター 鋤具と廃棄物の輸送車	
			特に必要な技術	鋤具を使用する技能を持った作業員(作業目的を十分説明する必要あり)	
			必要な安全対策	非常に埃っぽい状況下では、呼吸保護具と防護服を着用することが望ましい。	
		経済性	装置費用(€/m <sup>2</sup> ):7×10 <sup>-3</sup> 労務費(€/m <sup>2</sup> ):2×10 <sup>-2</sup> 作業時間(m <sup>2</sup> /チーム・時間):2×10 <sup>3</sup> ~3×10 <sup>3</sup>		
		2次廃棄物	汚染物の量・種類	なし。	
			汚染物の取扱い方法	(記載なし)	
			その他特記事項	特になし	農林水産省(9/14)プレスリリースを参照
	EURANOS参照元	ID: 48 剥ぎ取りと鋤込み			

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
畑地	低セシウム吸収作物の栽培	目的	・居住区域内の汚染土壌からの外部被曝放射線量の低減 ・上記区域からの再浮遊物質を吸引することによる内部被曝放射線量の低減		
		対策	対策の内容	植物が根から水分や養分を吸収する能力を利用して、土壌や地下水から放射性核種を取り除く。	(国外実績) 菜種(アブラナ):チェルノブイリ原発周辺(事故後20年、2ヘクタール)
			汚染の拡大防止対策	放射性物質を吸収する植物を収穫した後に適切に処理する。	
		作業員の被ばく対策	作業員が被曝する可能性がある被曝経路は、以下のものがある。 ・作業時に、環境と汚染された土壌からの外部被曝 ・収穫・運搬時に、放射線核種を吸収した作物からの外部被曝 ・地面と他の表面(正常なレベル以上に高められた)からの再浮遊物質の吸引 ・作業員の手からの粉塵の不注意による摂取 上記イタリック体で示した経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)により、これらの経路からの放射線量を制御することができる。	適用する場所の汚染度に応じて、作業員の被曝対策の要・不要の定量的判断が必要。	
		効果	(参考) 農水省は、気候が日本の気候に近い地域で実施された圃場試験のデータに基づき、野菜類17品目、果実類4品目について放射性セシウム137の移行係数を整理 ①土壌中のセシウムの玄米への移行係数は0.1 ②イモ類を除く野菜類と果実類における移行係数の最大値は0.1未満、幾何平均値は0.05未満 ③イモ類の移行係数の最大値は0.36と他の野菜より大きい値で、幾何学的平均値は0.05未満であり他の野菜類と同レベル ④キャベツとジャガイモについてはデータが多く、ジャガイモの移行係数は0.067	経根吸収によるRI量算定の指標として用いられる移行係数は、種々の環境要因(種類、部位、土壌の性質、PH、気候、核種の土中の物理化学的存在形態など)によって変化する。日本での研究は少ないので、欧米で実施された実験・研究データを利用しながら、総合的・科学的に作物種を評価・選定することが望ましい。 (参考文献) ①「北大渡辺助教と北大植物園の共同研究」(ホームページより) Cs,Srの高集積植物: Equisetaceae(トクサ科)、Adiantaceae(ウラボシ科)、Polygonaceae(タデ科)、Convolvulaceae(ヒルガオ科)、Iridaceae(アヤメ科) ②「Plant and Environment Interactions;Uptake of Cesium-137 and Strontium-90 from Contaminated Soil by Three Plant Species;Application to Phytoremediation,Mark Fuhrmann,Mitchi M.Lasat,Stephen D.Ebbs,Leon V.Kochian,and Jay Cornish, J.ENVIRON.QUAL.,Vol.31, May-June 2002」 試験概要: 屋外試験、土壌汚染(Sr,Cs)、1950年代~1960年代に汚染された区域 対象植物: Red root pigweed(アマランサス)、Indian mustard(アブラナ)、Tepary bean(インゲン豆) 効果: Red root pigweedにより汚染物質50%低減するためには、Srは7年、Csは18年が必要。 ③「Removal of Uranium from Water Using Terrestrial Plants;Slavic Dushenkov,Dev Vasudev,Yoram Kapulnik,Doloresa Gleba,Burt Ensley,Environmental Science&Technology/Vol.31,No.12,1997」 試験概要: 室内試験、地下水汚染(U,Sr,Cs) 対象植物: Indian mustard(アブラナ)、Sunflower(ヒマワリ2種)、Bean(インゲン豆) 効果: PH5~7、放射性物質濃度10~2430 μg/Lの範囲で、ヒマワリの根幹部分の吸収率が高いことが確認されている。	
		適用対象の選定方法	汚染の沈着範囲が作物の根圏範囲にある場合	作物の吸収率と必要除染期間、対費用効果について確認する必要あり。	
		装置・技術・材料	特に必要な装置	刈取り機 放射性核種を含む作物の運搬車、収納容器 処理システム	作業員の外部被曝防護の観点から、放射性核種を含む作物の収穫方法、収納方法について詳細手順を検討する必要がある。
			特に必要な技術	放射性核種を含む作物の処理技術	処理方法については、選定された作物に適した方法を選定する必要がある。
			必要な安全対策	栽培・収穫:呼吸保護具、防護服、手袋 運搬: 運搬車、収納容器の遮蔽 処理: 作物付着土壌、残渣の保管・処分施設の遮蔽	
		経済性	記載なし		
		2次廃棄物	汚染物の量・種類	作物付着土壌、作物残渣	
			汚染物の取扱い方法	適切な施設で保管・処分	処分方法については、研究・実験等が必要
			その他特記事項	土壌に適した作物の選定	福島原発周辺の汚染地域の土壌に適した作物を選定する必要がある。
EURANOS参照元	なし				

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	EPA(2007)参照欄	
畑地	土壌洗浄 (粒径選別)	目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作物への放射性物質の移行低減</li> <li>・土壌の汚染物質からの外部被曝放射線量の低減</li> <li>・土壌からの再浮遊物質吸入による内部被曝放射線量の低減</li> </ul>		Description	
		対策の内容	汚染物質が微粒子に収着しやすいことを利用して、汚染された土壌の水スラリー(界面活性剤添加の有無)を作成し、粒子径の違いなどを利用して選別する。		Description	
		対策	汚染の拡大防止対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処理汚染懸濁水の流出防止策</li> </ul>		Waste Management issues
		作業者の被ばく対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作業員が被曝する被曝経路は、以下のものがある。</li> <li>・環境や汚染した機器からの外部被曝</li> <li>・地面と他の表面(正常なレベル以上に高められたと思われる)から浮遊した放射性物質の吸入</li> <li>・作業員の両手からほこりを無意識に摂取</li> </ul> 上記の経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)を使用することでこれらの経路からの放射線量を制御することができる。		Exhibit 2-21 Emissions: Gaseous and Particulate	
		効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・U: 70ppm→20.7ppm(テキサスサイト)</li> <li>・Pu: 900-140,000pCi/g→&lt;6pCi/g(除去率65%)</li> <li>・Ra-237, U-235, U238, Th-230: 除去率54%</li> <li>・Th-232: 18.1pCi/g→&lt;5pCi/g(ニュージャージーサイト)</li> <li>・Cs-137: 160pCi/g→&lt;50pCi/g(テネシーサイト)</li> </ul> 除染係数DF: 4-6 ※文献2参照	日本の汚染土壌の性状(粒度別のCsの局在性など)を分析・調査した上で、除染効果を明らかにする必要がある。	Exhibit 2-21 Destruction and Removal Efficiencies	
		適用対象の選定方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・除染効率は、土壌粒子性状、含水率、粒度分布などに依存するため、土壌の事前調査が不可欠である。</li> <li>・汚染土壌中の割合が、シルトと粘土が25%以下、砂と礫が50%以上であると効率が良い。</li> <li>・粒子径は、0.25-2mmが望ましい。</li> <li>・陽イオン交換容量が小さい方が望ましい。</li> </ul>		Description	
		装置・技術・材料	特に必要な装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土壌洗浄プラント(粒径選別プラント)</li> <li>・プラント設置用敷地(4acres)</li> <li>・水供給</li> <li>・流出水処理装置</li> </ul>		Capital and Operating cost
			特に必要な技術	粒径選別(Size separation)技術		Description
			必要な安全対策	記載なし	呼吸防護具	
		経済性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・対象土壌5000トン以下の場合にはコストパフォーマンスは悪い</li> <li>・設備費: US\$3-5million(処理能力: 25ton-soil/h)</li> <li>・消耗品: US\$111-134/ton-soil(処理能力: 20-100ton-soil/h)</li> </ul>	日本におけるコスト試算が必要となる	Applicable site characteristics	
		2次廃棄物	汚染物の量・種類	汚染土壌残渣および汚染水		Waste Management issues
			汚染物の取扱い方法	記載なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>・庭などに一時的に仮置する場合、ビニールシートで覆うなど飛散防止対策を行う。</li> <li>・廃棄物の処理処分に関しては、中間的な管理方法を含めて、早急に処理処分方策を示す必要がある</li> </ul>	
		その他特記事項	水による洗浄(粒径選別の他)の他、酸など溶媒による化学的洗浄、浮遊選別や乾燥土壌の粒径選別など物理的方法がある。			他の節(EPA 2.3および2.4節)
		参照元	EPA(2007): 2.4.2 Soil washing			

1: EPA(2007): Technology reference Guide for Radioactivity Contaminated Media, EPA 402R-07-004

2: RISO(1995):Practical Means for Decontamination 9 Years after a Nuclear Accident

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
畑地	土壌の希酸洗浄とCsの吸着除去	目的		放射性Csで汚染した土壌中のCsを除染して、放射能レベルを低減させる。	
		対策	対策の内容		・土壌中のセシウムを低濃度の酸水溶液を用いて高温で抽出して除き、酸水溶液中に抽出したセシウムをプルシアンブルーナノ粒子吸着材で回収することにより、土壌をクリーンアップするとともに放射性廃棄物の総量を低減する。元の汚染土壌体積に対するCsを吸着したプルシアンブルーナノ粒子吸着材体積は、1/150になる。
			汚染の拡大防止対策		・除染した土壌からの汚染拡大のおそれはない。また、酸水溶液中のセシウムは、吸着材に98%以上吸着するので、これからの汚染拡大はなく、この除染における汚染拡大の問題はほとんどない。
			作業員の被ばく対策		・汚染土壌を取り扱う場合は、吸引保護具の着用が必要である。 ・汚染土壌の放射能レベルが比較的高い場合は、最終的にその放射能が濃集するプルシアンブルーナノ粒子吸着材の放射能レベルは相当に高くなる(土壌汚染レベルの100倍以上)ので、作業員の外部ひばく防止対策が必要である。
			効果		・産業技術総合研究所が、福島県飯舘村の畑地の土壌を除染対象とした実験報告によれば、土壌からのCsの抽出率は、液温が50℃では、10%程度と低いが、100℃では50%、200℃では、ほぼ100%になる。 ・酸の種類としては、希硝酸(0.5mol/L)及び希硫酸(0.5mol/L)を用いるが、硫酸の方がやや抽出率が高い。濃硝酸や濃硫酸では低温でも抽出できるが土壌成分へのダメージが高く、後の処理も困難なため適切ではない。 ・希硝酸(0.5mol/L)及び希硫酸(0.5mol/L)に抽出されたCsは、シアンブルーナノ粒子吸着材により、98~99%の高い収率で回収され、これらの希酸溶液は、酸濃度を調整して再使用することが可能である。
		適用対象の選定方法		・高温希酸洗浄とプルシアンブルーナノ粒子吸着材の適用には、かなりコストがかかるため、汚染の程度が激しい場所に対して重点的に適用するのが得策であると考えられる。	
		装置・技術・材料	特に必要な装置		・希酸洗浄槽又は希酸通液カラム、液循環ポンプ、プルシアンブルーナノ粒子吸着材接触反応槽又は反応塔、ヒーター又はボイラーなどの液加熱装置
			特に必要な技術		・特にないが、化学工場等の廃液処理技術者が望まれる。
			必要な安全対策		・酸を扱うので、放射線安全以外に化学薬品に対する安全対策、安全教育が必要。
		経済性		・かなり高コストの除染法であり、広く普及させるのは、さらに研究開発が必要であると考えられる。	
		2次廃棄物	汚染物の量・種類		・希酸溶液は再使用するが、ある程度使用して、化学物質が蓄積すると交換が必要なので、廃酸の液体廃棄物が発生する。Csを吸着したプルシアンブルーナノ粒子吸着材は固体高濃度放射性廃棄物となる。
			汚染物の取扱い方法		・廃酸は、中和処理して沈殿物は放射能濃度をチェックし、一般固体廃棄物として処理することが望ましい。プルシアンブルーナノ粒子吸着材は一時保管後に放射性廃棄物として埋設処分等を行う必要がある。
		その他特記事項		・汚泥や焼却灰の除染にも適用の可能性はある。	
		参照元			

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

2: 独立行政法人 産業技術総合研究所ホームページ [http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2011/pr20110831](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2011/pr20110831) より

技術例		項目	文献調査 <sup>1)</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	EPA(2007)参照欄	
畑地	ファイトレメディエーション	目的	・土壌の汚染物質からの外部被曝放射線量の低減 ・土壌からの再浮遊物質吸入による内部被曝放射線量の低減		Description	
		対策の内容	汚染土壌からの植物による汚染物質の除去(経根吸収)	カドミウム汚染土壌を対象に実証試験の手引きあり ※文献3参照	Description	
		汚染の拡大防止対策	記載なし		Waste Management issues	
		作業員の被ばく対策	作業員が被曝する被曝経路は、以下のものがある。 ・環境や汚染した機器からの外部被曝 ・地面と他の表面(正常なレベル以上に高められたと思われる)から浮遊した放射性物質の吸入 ・作業員の両手からほこりを無意識に摂取 上記の経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)を使用することでこれらの経路からの放射線量を制御することができる。		Exhibit 2-30 Emissions: Gaseous and Particulate	
		効果	・Cs-137を除染対象として、アガサを用いた試験の場合、除去率3%(3か月・1作) ・Cs-137を除染対象として、様々な草・芝生を用いて最適条件下における場合、除去率71.7%(6か月・3作) ・上記と同条件にて、Sr-90を除染対象とした場合、除去率88.7%(6か月・3作) ・Sr-90を除染対象として、試験した場合、除去率2%(2ヶ月・1作)  除染係数DF: 1.1-1.3(毎年) ※文献2参照	日本の汚染土壌に見合った作物種を選定し、除染効果を明らかにする必要がある。	Exhibit 2-30 Destruction and Removal Efficiencies	
		適用対象の選定方法	低汚染かつ長期的な除染が可能なエリアに適用することが望ましい	低汚染の休耕地などは適用候補地の一つと考えられる	Description	
		装置・技術・材料	特に必要な装置	耕作機械		Capital and Operating cost
			特に必要な技術	耕作技術		Description
			必要な安全対策	記載なし	呼吸防護具	
		経済性	US\$75,000-150,000/acre ※廃棄物処理費用別途	日本におけるコスト試算が必要となる	Applicable site characteristics	
		2次廃棄物	汚染物の量・種類	バイオマス		Waste Management issues
			汚染物の取扱い方法	乾燥・(焼却処分)	・庭などに一時的に仮置する場合、ビニールシートで覆うなど飛散防止対策を行う。 ・廃棄物の処理処分に関しては、中間的な管理方法を含めて、早急に処理処分方策を示す必要がある	
			その他特記事項	寒冷地には不適	参考文献:文献4	
		参照元	EPA(2007): 2.6.1 Phytoremediation			

1: EPA(2007): Technology reference Guide for Radioactivity Contaminated Media, EPA 402R-07-004

2: RISO(1995):Practical Means for Decontamination 9 Years after a Nuclear Accident

3: 農林水産省(2008): 植物による土壌のカドミウム浄化技術 確立実証事業実施の手引(平成20年9月)

4: IAEA(2004): Remediation of Sites with Dispersed Radioactive Contamination, IAEA-TRS-424



技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
畑地	施肥	目的		施肥は作物生産量を増やし、それによって作物中の放射能を希釈する 拮抗元素を施肥し放射性セシウムやストロンチウムの吸収を減らす		
		対策	対策の内容			
			汚染の拡大防止対策			
			作業員の被ばく対策			
		効果			作物の放射性物質の吸収を低減。	
		適用対象の選定方法				
		装置・技術・材料	特に必要な装置			石灰、塩化カリウム剤、カリウム剤
			特に必要な技術			
			必要な安全対策			
		経済性				
		2次廃棄物	汚染物の量・種類			
			汚染物の取扱い方法			
		その他特記事項				
EURANOS参照元						

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
果樹園	モニタリング	目的		放射性物質による果物の汚染が発生した場合には、摂取制限する必要がある。果樹園におけるモニタリングは、その実施の判断をするデータを提供する。	
		対策	対策の内容		果物をサンプリングし、放射線測定器にかけて核種別の定量測定を行う。
			汚染の拡大防止対策		
			作業員の被ばく対策		作業員が被曝する被曝経路は、以下のものがある。 ・サンプリング及び放射線測定器からの外部被曝 ・サンプリング及び放射線測定器及び2次汚染物が乾燥した後、その表面から浮遊した放射性物質の吸入 上記の経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)を使用することでこれらの経路からの放射線量を制御することができる。
			効果		
		適用対象の選定方法			
		装置・技術・材料	特に必要な装置		核種の定量測定に適した放射線測定装置
			特に必要な技術		放射線測定装置を扱い、測定結果を解析する技術
			必要な安全対策		
		経済性			
		2次廃棄物	汚染物の量・種類		
			汚染物の取扱い方法		
		その他特記事項			
EURANOS参照元					

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
果樹園	落葉と表土の回収	目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・落葉や表土からの外部被ばく線量の低減</li> <li>・落葉や表土からの再浮遊物質を吸入することによる内部被ばく線量の低減</li> </ul>		
		対策の内容	落葉を収集、廃棄する。表土については(典型的には)上部50mmを除去する。除去は、狭い場所で容易に操作出来るよう'ボブキャット' 'ミニブルドーザ'、または類似した機器で行う。使用される機器の大きさは対象地域の大きさに依存する。		
		対策	汚染の拡大防止対策	落葉回収実施時のダストの生成は、問題にはなりそうもないので、当該区域の再浮遊の危険性が有意と思われなければ、再浮遊を低減するための手法は必要とされない。表土について粉塵を発生する可能性があるため、もし汚染後最初の数カ月に対策(除去)を実行する場合、再浮遊の危険性を減らすため除去に先立って、表面を水で湿らせれる処置や固着剤の利用を推奨する。長期的には、ほとんどの汚染は、土粒子に吸着され呼吸範囲に存在しない。	
			作業員の被ばく対策	作業員が被ばくする可能性がある被ばく経路は以下がある。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 環境と汚染された機器からの外部被ばく</li> <li>・ 地面と他の表面からの(通常レベル以上に高くなっている可能性のある)再浮遊放射性物質の吸入。</li> <li>・ 作業員の手からの粉塵の不注意による摂取(これは個人用保護具により粉塵を制御できる)。</li> </ul>	
		効果	表面の汚染物質の低減 樹木及び灌木の最大の汚染は、葉に関連するので、沈着時に樹木に葉があり、すべての葉が収集された場合、除染係数(DF)は、樹木の除去と同等である。 表面線量率の低減 有意に低減する。 再浮遊の低減 有意に低減する。 この方法による線量低減は、評価されていない。		
		適用対象の選定方法	沈着時に葉が茂っているもの		
		装置・技術・材料	特に必要な装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・葉のプロフ、真空装置、レーキ</li> <li>・一輪車</li> <li>・スラリー収集の自治体の車両も、葉を吸い上げるのに非常に効率的で秋には大規模に適用できる。</li> <li>・動力付きスクレーパー、グレーダーまたはブルドーザー</li> <li>・装置と廃棄物のための運搬車</li> </ul>	
			特に必要な技術	僅かな指示のみを必要とし、影響域の住民によって自助手段として実施できる。	
		必要な安全対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・手袋及びつなぎ服</li> <li>・特に埃っぽい状態では、呼吸器保護が必要になることがある。</li> </ul>		
		経済性	落葉の場合 機器費用( $\text{€m}^{-2}$ ): $4 \times 10^{-3}$ 労務費( $\text{€m}^{-2}$ ): $2 \times 10^{-1}$ 作業時間: $2 \times 10^2 \text{ m}^2/\text{チーム} \cdot \text{時間}$ チームサイズ(人員): 1名		
		2次廃棄物	汚染物の量・種類	落葉 量: $5 \times 10^{-1} \text{ kg/m}^2$ 表土 量: $55 \sim 70 \text{ kg/m}^2$ (50mm除去の場合)	
			汚染物の取扱い方法	(記載なし)	
その他特記事項	特になし				
EURANOS参照元	ID 38、51				

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
果樹園	表面水の回収と処理	目的		果樹園の汚染物質濃度を低減させるため、表面水を回収・処理し、汚染物質を除去する。	
		対策	対策の内容		果樹園の表面水を調査、モニタリングし、表面水を回収する。回収した表面水は、吸着(プルシアンプルー等)や凝集沈殿等によって処理することで、汚染物質を除去する。
			汚染の拡大防止対策		
			作業員の被ばく対策		
			効果		表面流去水に含まれる放射能濃度は低いため、低減効果は限られると推定。
		適用対象の選定方法			
		装置・技術・材料	特に必要な装置		表面水を回収するための貯留池もしくは貯留タンク 汚染水処理システム
			特に必要な技術		
			必要な安全対策		
		経済性			
		2次廃棄物	汚染物の量・種類		廃吸着剤もしくは凝集沈殿
			汚染物の取扱い方法		
		その他特記事項			
EURANOS参照元					

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)																																		
牧草地	牧草播種、刈取り	目的	居住区域内の芝で覆われた戸外の汚染物質からの外部ベータとガンマ放射線量を減らすこと、及びこれら区域からの再浮遊物質からの放射線量の吸入を減らすこと。	牧草地の環境修復のため、播種、刈り取りを行い、放射性物質を除去する。																																		
		対策	対策の内容	芝を除去する、オプションで追い蒔き又は芝の植え直しを行う。 芝の除去は、土壌/ルートマットの薄層をロールまたは平板状に鋤きとる(約1cm)芝刈り機(標準装備)を用いる。これらの機械は様々なサイズで選択が可能である。 手作業による芝の除去はID39を参照。																																		
			汚染の拡大防止対策	この対策は粉塵を発生する可能性があるため、再浮遊の危険性を減らすため除去に先立って、表面を水で濡れさせる処置や固着剤の利用を推奨する(ID41参照)。 再浮遊汚染による表面の再汚染、または他の表面を洗い落とされる汚染物質は限定されると想定されるので、繰り返しの適用の必要性はないと考えられる。																																		
			作業員の被ばく対策	作業員が被ばくする可能性がある被ばく経路は: - 環境と汚染された機器からの外部被ばく - (通常レベルより高いであろう)地面と他の表面からの再浮遊物質の吸引 - 作業員の手からの粉塵の不注意による摂取 上記の経路の寄与は、個人用保護具(PPE)によりこれら経路からの粉塵を制御できる。廃棄物の運搬と処理からの被ばく経路は含まない。 ベータ/ガンマの危険性: 環境の汚染からの作業員への外部線量は、実施の期間を通じた一般的線量より数倍高くなる。非常に埃っぽい状況下でも、再浮遊物質からの吸入線量は全作業員線量に対し僅かに寄与するだけである。 アルファの危険性: 再浮遊物質からの作業員への吸入線量は、一般的に実施の期間を通じた一般的線量より数倍高くなる。環境の汚染からの外部線量は無視できる。																																		
		効果	沈着後数年以内に実施した場合、3~10の除染係数(DF)が期待できる。有効性は、この後、汚染が土壌深部に移行するに従い減少する。 土壌表面上の外部ガンマとベータ放射線量率は、おおよそDFの値で低減する。 表面上の再浮遊大気濃度は、DFの値で低減する。																																			
		適用対象の選定方法	庭園、公園、運動場と他のオープンスペースにおける芝の表面。 芝は十分に成長していること、例、芝は、しっかりしたルートマット層を有していること。																																			
		装置・技術・材料	特に必要な装置	必要な装置は、対策を行う区域の広さによる。 - 芝生剥ぎ取り機/芝刈り機(業務用と家庭用サイズ)。 - 種まき機(必要な場合)。 - 装置と廃棄物のための運搬車。																																		
			特に必要な技術	簡単な指示のみを要求する。もし大規模な装置が必要な場合、技術を有する作業員が必要である。																																		
			必要な安全対策	非常に埃っぽい状況では、呼吸保護と防護服/手袋の着用が、再浮遊放射線の危険を減らすために望ましい。																																		
		経済性	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">除去のみ</th> <th colspan="2">除去と芝の植え直し</th> <th colspan="2">除去と追い蒔き</th> </tr> <tr> <th>狭い</th> <th>広い</th> <th>狭い</th> <th>広い</th> <th>狭い</th> <th>広い</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>装置費用</td> <td>€6×10<sup>-3</sup>/m<sup>2</sup></td> <td>€3×10<sup>-2</sup>/m<sup>2</sup></td> <td>€1×10<sup>-2</sup>/m<sup>2</sup></td> <td>€3×10<sup>-2</sup>/m<sup>2</sup></td> <td>€4×10<sup>-2</sup>/m<sup>2</sup></td> <td>€8×10<sup>-2</sup>/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>消耗品</td> <td>€0/m<sup>2</sup></td> <td>€0/m<sup>2</sup></td> <td>€2/m<sup>2</sup></td> <td>€2/m<sup>2</sup></td> <td>€1×10<sup>-1</sup>/m<sup>2</sup></td> <td>€1×10<sup>-1</sup>/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>労務費</td> <td>€5×10<sup>-13</sup>/m<sup>2</sup></td> <td>€7×10<sup>-2</sup>/m<sup>2</sup></td> <td>€5/m<sup>2</sup></td> <td>€3/m<sup>2</sup></td> <td>€5×10<sup>-1</sup>/m<sup>2</sup></td> <td>€7×10<sup>-2</sup>/m<sup>2</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>芝土の除去は、1.5×10<sup>2</sup>~1×10<sup>3</sup> m<sup>2</sup>/チーム・時(芝土の除去が最も遅い作業)。 作業量は、使用装置に依存する。最新の芝刈り機付きトラクターは、約1200m<sup>2</sup>/時で剥ぎ取り可能です。 チームサイズ(人員): 芝土の除去に2名。芝生を敷くのに、追加で4名がチームに必要である。</p>		除去のみ		除去と芝の植え直し		除去と追い蒔き		狭い	広い	狭い	広い	狭い	広い	装置費用	€6×10 <sup>-3</sup> /m <sup>2</sup>	€3×10 <sup>-2</sup> /m <sup>2</sup>	€1×10 <sup>-2</sup> /m <sup>2</sup>	€3×10 <sup>-2</sup> /m <sup>2</sup>	€4×10 <sup>-2</sup> /m <sup>2</sup>	€8×10 <sup>-2</sup> /m <sup>2</sup>	消耗品	€0/m <sup>2</sup>	€0/m <sup>2</sup>	€2/m <sup>2</sup>	€2/m <sup>2</sup>	€1×10 <sup>-1</sup> /m <sup>2</sup>	€1×10 <sup>-1</sup> /m <sup>2</sup>	労務費	€5×10 <sup>-13</sup> /m <sup>2</sup>	€7×10 <sup>-2</sup> /m <sup>2</sup>	€5/m <sup>2</sup>	€3/m <sup>2</sup>	€5×10 <sup>-1</sup> /m <sup>2</sup>	€7×10 <sup>-2</sup> /m <sup>2</sup>	
			除去のみ		除去と芝の植え直し		除去と追い蒔き																															
			狭い	広い	狭い	広い	狭い	広い																														
装置費用	€6×10 <sup>-3</sup> /m <sup>2</sup>	€3×10 <sup>-2</sup> /m <sup>2</sup>	€1×10 <sup>-2</sup> /m <sup>2</sup>	€3×10 <sup>-2</sup> /m <sup>2</sup>	€4×10 <sup>-2</sup> /m <sup>2</sup>	€8×10 <sup>-2</sup> /m <sup>2</sup>																																
消耗品	€0/m <sup>2</sup>	€0/m <sup>2</sup>	€2/m <sup>2</sup>	€2/m <sup>2</sup>	€1×10 <sup>-1</sup> /m <sup>2</sup>	€1×10 <sup>-1</sup> /m <sup>2</sup>																																
労務費	€5×10 <sup>-13</sup> /m <sup>2</sup>	€7×10 <sup>-2</sup> /m <sup>2</sup>	€5/m <sup>2</sup>	€3/m <sup>2</sup>	€5×10 <sup>-1</sup> /m <sup>2</sup>	€7×10 <sup>-2</sup> /m <sup>2</sup>																																
2次廃棄物	汚染物の量・種類	量: 2×10 <sup>1</sup> ~3×10 <sup>1</sup> kg/m <sup>2</sup> (2.5 cm除去の場合) 種類: 土壌と芝土																																				
	汚染物の取扱い方法	汚染された廃棄物の分離は困難になる。現在の廃棄物処分基準に適合するかどうか判断するための廃棄物のモニタリングは、特別管理が最小化になるような廃棄物の品質を確保するために重要である。																																				
その他特記事項																																						
EURANOS参照元		ID37																																				

技術例		項目	文献調査 <sup>1)</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)																																										
牧草地	表土の剥ぎ取り	目的	居住区域内の汚染芝地と汚染土壌からのベータ線とガンマ線の外部線量を減らすこと、及びこれら区域からの再浮遊物質からの吸入線量を減らすこと。																																											
		対策の内容	芝土(典型的には)表土の上部50mmを除去する。除去は、狭い場所で容易に操作出来るよう'ポプキヤット'、'ミニブルドーザ'、または類似した機器で行う。使用される機器の大きさは対象地域の大きさに依存する。最初に全ての草と灌木を取り除く必要がある。対象地域の大きさ次第で、土壌の置き換え、種まき、芝の植え替えも選択としてあり得る。	芝の剥ぎ取り機であるターフスライサーを用いて、芝地や草地の草と表土を同時に切り取ることで、除草と除染の同時作業による効率的な汚染土壌の削り取りを行う。牧草地を対象とするため、広域に適用できる技術である必要があることから、表土と芝土の除去(手作業)(ID39)は参考にしなない。																																										
		汚染の拡大防止対策	この対策は粉塵を発生する可能性がある。もし汚染後最初の数カ月に対策(除去)を実行する場合、再浮遊の危険性を減らすため除去に先立って、表面を水で湿らせれる処置や固着剤の利用を推奨する(ID41参照)。長期的には、ほとんどの汚染は、土粒子に吸着され呼吸範囲に存在しない。再浮遊汚染による表面の再汚染、または他の表面を洗い落とされる汚染物質は限定されると想定されるので、繰り返しの適用の必要性はないと考えられる。	切り取り、剥ぎ取り及び運搬時の表層土壌の落ちこぼれを防止																																										
		作業員の被ばく対策	作業員が被ばくする可能性がある被ばく経路は: - 環境と汚染された機器からの外部被ばく。 - 地面と他の表面(通常レベル以上に強化されるであろう)からの再浮遊物質の吸引。 - 作業員の手からの粉塵の不注意による摂取 上記イタリック体で示した経路の寄与は、個人用保護具(PPE)によりこれら経路からの粉塵を制御できる。廃棄物の運搬と処理からの被ばく経路は含まない。 ベータ線/ガンマ線の危険性: 環境中の汚染物質からの作業員への外部線量は、実施の期間を通して、一般的線量より数倍高くなる。非常に埃っぽい状況下でも、再浮遊物質からの吸入線量は作業員の内線量に対し僅かに寄与するだけである。 アルファ線の危険性: 再浮遊物質からの作業員への吸入線量は、実施の期間を通して、一般的線量より数倍高くなる。環境中の汚染物質からの外部線量は無視できる。																																											
		効果	除去深度が最適化されるならば、除染係数(DF)は10~30が期待できる。標準除去深度が用いられるならば、有効性は、汚染が土壌の深度方向に移行する程減少する。土壌表面上の外部ガンマとベータ放射線量率は、おおよそDFの値で低減する。表面上の再浮遊大気濃度は、DFの値で低減する。	放射性セシウム濃度は切り取り厚3cm で97%減、5cm で99%減																																										
		適用対象の選定方法	庭園、公園、運動場とその他の広場における芝地の表面。災害が発生してから耕された土地には適用しない。[耕された区域への適用は可能であるが、除去される土壌の深さが深くなるので、汚染物質が大量となる]																																											
		特に必要な装置	必要な装置は、対策を行う区域の広さによる。 - 動力付きスクレーパー - グレーダーまたはブルドーザー('ポプキヤット' マルチブルドーザーは狭い区域で操作がし易い)。 - 種まき機(必要な場合)。 - 装置と廃棄物のための運搬車。																																											
		特に必要な技術	簡単な指示のみを要求する。もし外規模な装置が必要な場合、技術を有する作業員が必要である。最適な深度まで土壌を除去すること、および洗浄された表面に汚染を巻き込まないことに注意を払う。																																											
		必要な安全対策	非常に埃っぽい状況では、呼吸保護と防護服/手袋着用が、再浮遊放射線の危険を減らすために望ましい。																																											
		経済性	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">除去のみ</th> <th colspan="2">除去と土壌の入れ替え</th> <th colspan="2">除去、土壌の入れ替えと芝の植え替え</th> <th colspan="2">除去、土壌の入れ替えと種蒔き</th> </tr> <tr> <th>狭い</th> <th>広い</th> <th>狭い</th> <th>広い</th> <th>狭い</th> <th>広い</th> <th>狭い</th> <th>広い</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>装置費用</td> <td>€900/m<sup>2</sup></td> <td>€0.09/m<sup>2</sup></td> <td>€0.1/m<sup>2</sup></td> <td>€0.2/m<sup>2</sup></td> <td>€ 0.1/m<sup>2</sup></td> <td>€0.2/m<sup>2</sup></td> <td>€0.1/m<sup>2</sup></td> <td>€0.2/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>消耗品</td> <td>€0/m<sup>2</sup></td> <td>€0/m<sup>2</sup></td> <td>€1/m<sup>2</sup></td> <td>€4/m<sup>2</sup></td> <td>€3/m<sup>2</sup></td> <td>€6/m<sup>2</sup></td> <td>€1/m<sup>2</sup></td> <td>€4/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>労務費</td> <td>€0.7/m<sup>2</sup></td> <td>€0.2/m<sup>2</sup></td> <td>€0.7/m<sup>2</sup></td> <td>€0.4/m<sup>2</sup></td> <td>€0.7/m<sup>2</sup></td> <td>3€/m<sup>2</sup></td> <td>€0.7/m<sup>2</sup></td> <td>€0.6/m<sup>2</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>土壌の除去は、1×102~4×102 m<sup>2</sup>/チーム・時間。除去と土壌の入れ替えと移動、入れ替えと種蒔きに関して除去が一番遅い作業になる。もし区域の芝が植え替えられるなら、80~100 m<sup>2</sup>/チーム・時間の作業量となり、これが最も遅い作業となる。作業量は、使用装置に依存する。狭い区域ではより遅くなる。チームサイズ(人員): 土壌と芝の除去に2名。広い区域では、土壌の入れ替えに2名、芝の植え替えに6名、種蒔きに4名が追加される。</p>		除去のみ		除去と土壌の入れ替え		除去、土壌の入れ替えと芝の植え替え		除去、土壌の入れ替えと種蒔き		狭い	広い	狭い	広い	狭い	広い	狭い	広い	装置費用	€900/m <sup>2</sup>	€0.09/m <sup>2</sup>	€0.1/m <sup>2</sup>	€0.2/m <sup>2</sup>	€ 0.1/m <sup>2</sup>	€0.2/m <sup>2</sup>	€0.1/m <sup>2</sup>	€0.2/m <sup>2</sup>	消耗品	€0/m <sup>2</sup>	€0/m <sup>2</sup>	€1/m <sup>2</sup>	€4/m <sup>2</sup>	€3/m <sup>2</sup>	€6/m <sup>2</sup>	€1/m <sup>2</sup>	€4/m <sup>2</sup>	労務費	€0.7/m <sup>2</sup>	€0.2/m <sup>2</sup>	€0.7/m <sup>2</sup>	€0.4/m <sup>2</sup>	€0.7/m <sup>2</sup>	3€/m <sup>2</sup>	€0.7/m <sup>2</sup>
	除去のみ		除去と土壌の入れ替え		除去、土壌の入れ替えと芝の植え替え		除去、土壌の入れ替えと種蒔き																																							
	狭い	広い	狭い	広い	狭い	広い	狭い	広い																																						
装置費用	€900/m <sup>2</sup>	€0.09/m <sup>2</sup>	€0.1/m <sup>2</sup>	€0.2/m <sup>2</sup>	€ 0.1/m <sup>2</sup>	€0.2/m <sup>2</sup>	€0.1/m <sup>2</sup>	€0.2/m <sup>2</sup>																																						
消耗品	€0/m <sup>2</sup>	€0/m <sup>2</sup>	€1/m <sup>2</sup>	€4/m <sup>2</sup>	€3/m <sup>2</sup>	€6/m <sup>2</sup>	€1/m <sup>2</sup>	€4/m <sup>2</sup>																																						
労務費	€0.7/m <sup>2</sup>	€0.2/m <sup>2</sup>	€0.7/m <sup>2</sup>	€0.4/m <sup>2</sup>	€0.7/m <sup>2</sup>	3€/m <sup>2</sup>	€0.7/m <sup>2</sup>	€0.6/m <sup>2</sup>																																						
2次廃棄物	汚染物の量・種類	量: 5.5×10 <sup>1</sup> - 7×10 <sup>1</sup> kg/m <sup>2</sup> (50 mm除去の場合) 種類: 土壌と芝土																																												
汚染物の取扱い方法	汚染された廃棄物の分離は困難になる。表面汚染は、50mmまでの除去で希釈する可能性がある。現在の廃棄物処分基準に適合するかどうか判断するための廃棄物のモニタリングは、特別管理が最小化になるような廃棄物の品質を確保するために重要である。廃棄物は、集められた土壌に依存するか、土壌と芝に依存する。もし、地域が汚染後に耕されたら、土壌を深くまで除去する必要があり、それにより大量の廃棄物が生成される。																																													
その他特記事項	EURANOS参照元	ID38		福島県農業総合センターで試験(畜産研究所沼尻分場、福島県飯舘村の水田転換牧草地)																																										

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
森林	落葉回収	目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・森林、或いは居住区域内の汚染した落葉からの外部被曝放射線量の低減</li> <li>・落葉からの再浮遊物質を吸入することによる内部被曝放射線量の低減</li> </ul>	居住区域周辺の植栽や里山については通常生活時の外部被ばく低減に有効と考えられる。また居住地域でなくとも、日本の汚染地域において森林の面積割合は非常に高く、森林を用いた経済活動やレクリエーション時の外部被ばく低減が望まれる。	
		対策の内容	葉(落葉樹及び灌木)及び、針葉樹からの針葉及び松葉を収集、廃棄する。針葉樹は数年にわたって針葉を落葉するので、繰り返し適用することが必要かもしれない。		
		対策	汚染の拡大防止対策	実施時のダストの生成は、問題にはなりそうもないので、再浮遊を低減するための手法は必要ない。	回収した落葉の収集、輸送、焼却等の減容処理、汚染した灰の取扱いに注意する必要がある。
			作業員の被ばく対策	作業員が被ばくする可能性がある被ばく経路は以下がある。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・環境と汚染された機器からの外部被ばく</li> <li>・地面と他の表面からの(通常レベル以上に高くなっている可能性のある)再浮遊放射性物質の吸入。</li> <li>・作業員の手からの粉塵の不注意による摂取(これは個人用保護具により粉塵を制御できる)。</li> </ul>	
		効果	<u>表面の汚染物質の低減</u> 樹木及び灌木の最大の汚染は、葉に関連するので、沈着時に樹木に葉があり、すべての葉が収集された場合、除染係数(DF)は、樹木の除去と同等である。 <u>表面線量率の低減</u> 有意に低減する。 <u>再浮遊の低減</u> 有意に低減する。  この方法による線量低減は、評価されていない。	落葉樹林に対し、常緑樹が混在する場合には効果が限定的と予想される。	
		適用対象の選定方法	居住区域の樹木及び灌木で、沈着時に葉が茂っているもの	居住地域については除染対象とすることが望ましい。森林については、全領域を除染対象とすることは現実的ではないので、活動制限による被ばく低減を行いつつ、活動の範囲を考慮して優先順位をつけて実施すべきと考えられる。	
		装置・技術・材料	特に必要な装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・葉のプロウ、真空装置、レーキ</li> <li>・一輪車</li> <li>・スラリー収集の自治体の車両も、葉を吸い上げるのに非常に効率的で秋には大規模に適用できる。</li> <li>・装置と廃棄物のための運搬車</li> </ul>	
			特に必要な技術	僅かな指示のみを必要とし、影響域の住民によって自助手段として実施できる。	住宅周囲の植栽であれば住民の活動によって実施できるが、広大な森林については実施主体による工夫が必要となる。
			必要な安全対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・手袋及びつなぎ服</li> <li>・特に埃っぽい状態では、呼吸器保護が必要になることがある。</li> </ul>	
		経済性	機器費用( $\text{€m}^{-2}$ ): $4 \times 10^{-3}$ 労務費( $\text{€m}^{-2}$ ): $2 \times 10^{-1}$ 作業時間: $2 \times 10^2 \text{ m}^2/\text{チーム} \cdot \text{時間チームサイズ(人員): 1名}$	個人の活動として実施する場合には、大きな費用はかからない。森林を対象として実施主体が行う場合には、森林の大きさ、傾斜等で経済性が大幅に変動し、また除染面積が非常に広い場合、経済的には困難が予想される。	
		2次廃棄物	汚染物の量・種類	量: $5 \times 10^{-1} \text{ kg/m}^2$ 種類: 葉/松葉/松ぼっくり	
			汚染物の取扱い方法	(記載なし)	容量が莫大であり、また汚染の拡大防止のため、自治体等が収集した後、焼却等の減容を行い、灰の放射能レベルに応じた貯蔵、処分策を決定する必要がある。
その他特記事項	特になし				
EURANOS参照元	ID: 51				

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
森林	樹木および灌木の剪定	目的	・居住区域内の樹木及び灌木の汚染からの外部ベータとガンマ放射線量を減らすこと。 ・このような植生からの再浮遊物質からの放射線量の吸入を減らすこと。主として、沈着が乾燥条件(非降水時)に起こった場合で、樹木及び灌木に葉がある時に使用するためのもの。		
		対策の内容	・植林オプション付きの樹木及び灌木の除去又は強い伐採。最重要なこととして、葉は除去されなければならない。 ・木の伐採が小規模におこなわれる場合、廃棄物の焼却が1つのオプションである。より少量の剪定した枝及び葉は、堆肥化のためにシュレツダされることことができる。このオプションは、大量のダストを生じることがある。		
		汚染の拡大防止対策	・湿潤(降水時)沈着後は、大部分の汚染物質が樹木から直ぐに洗い落とされるので、樹木の下の地面の除染を考慮すべきである。		
		作業者の被ばく対策	・作業者が被ばくする可能性がある被ばく経路は: - 環境と汚染された機器からの外部被ばく - 地面と他の表面からの(通常レベル以上に高くなっている可能性のある)再浮遊放射性物質の吸入。 - 作業者の手からの粉塵の不注意による摂取 ・樹木の表面を湿らせるために水を用いるか、結合材を使用することは、実用的にはあり得ないので、再浮遊の危険性が有意な場合は、再浮遊の危険性から作業者を防護するための個人防護装置(PPE)によりこれら経路からの粉塵を制御できる。 ・乾燥して埃っぽい条件では、呼吸器防護と防護服が推奨されるべきである。		
		効果	・汚染の低減は、原理的に除去された樹木/灌木の割合に比例する。もし、すべての樹木が伐採され、すべての葉が収集されれば、非常に高い除染係数(DF)が達成し得る。実際的には、約50までの除染係数が期待できる。 ・樹木を含む区域からの汚染の除去。庭園からの放射能の除去は、食物生産のために利用される土壌の二次汚染を減らす可能性がある。これは同様に、生育する農作物への吸収も低減する可能性がある。		
		適用対象の選定方法	沈着時に葉が茂っていた居住区域の高度に汚染された樹木及び灌木。落葉樹以外の樹木は、毎年葉を失わないので、長期間外部線量に、より寄与するかもしれない。しかしながら、落葉樹及び非落葉樹の外部線量への総括的な寄与は、落葉の(最終的な)結末に依存する		
		装置・技術・材料	特に必要な装置	・トラクタ及びトラレーラ ・チェーンソー(€ 200 - 1000) ・斧/カッター(€ 100) ・ロープ及びはしご(高木)(€ 30 ロープ:€ 200 はしご) ・シュレツダ ・小区域からの廃棄物に対して焼却炉が使用されることがある。 ・装置と廃棄物のための運搬車	
			特に必要な技術	巨木の伐採には、樹木伐採の経験を有する技能人員が必要である。	
			必要な安全対策	・乾燥して埃っぽい条件では、呼吸器防護と防護服が推奨されるべきである。 ・安全ヘルメット ・高木には命綱が使用されるべきである。	
		経済性	装置費用: €3 × 10/m <sup>2</sup> 、消耗品: €0/m <sup>2</sup> 、労務費: €1/m <sup>2</sup> 、 作業工数: 5 × 10m <sup>2</sup> /チーム・時間、チームサイズ: 2名。 コストへの影響因子: 以下の因子が、対策実施の時間とコストに影響する。 - 樹木の種類/大きさ及び樹木の高さ - 除去すべき樹木の大きさ/かさ - 使用される装置の種類 - 接近性(アクセス) - 搬送の距離 - 除去の程度		
		2次廃棄物	汚染物の量・種類	・伐採した樹木 ・果樹園の場合果樹園からの汚染果実	・伐採した樹木、枝及び葉。 ・伐採した樹木、枝および葉を焼却した場合はその灰。
			汚染物の取扱い方法		
その他特記事項	・生物多様性に対する悪影響の可能性 ・土壌浸食の可能性 ・野鳥の生態に対する悪影響 このオプションの実施により生じる廃棄物の処分または貯蔵は、環境影響となりうる。しかしながら、これは、処分ルートと関係する承認の手続きの規制を通じて最小化されるべきである。	立入制限など山火事防止対策が必要。			
EURANOS参照元	ID: 52				



技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
森林	集水域での水処理	目的		水道水の水源となる集水域において放射性物質を除去することにより、下流の住居区域や水への汚染を防止する。	
		対策の内容		集水域における汚染水の回収および放射性物質の除去。	
		対策	汚染の拡大防止対策		<ul style="list-style-type: none"> <li>・集水域における汚染水の回収および放射性物質の除去装置から汚染水の漏れを防止する。</li> <li>・装置の外表面に汚染水が付着しないようにする。万一、装置の外表面に汚染水が付着した場合、それをふき取った布等の2次汚染文物が散逸しないように適切に保管する。</li> </ul>
			作業員の被ばく対策		<ul style="list-style-type: none"> <li>・作業員が被ばくする被ばく経路は以下のものがある。</li> <li>・水処理装置からの外部被ばく</li> <li>・水処理装置の外正面及び2次汚染物が乾燥した後、その表面から浮遊した放射性物質の吸入</li> <li>・上記の経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)を使用することでこれらの経路からの放射線量を制御することはできる。</li> <li>・乾燥して埃っぽい条件では、呼吸器防護と防護服が推奨されるべきである。</li> </ul>
		効果		下流にある集中水処理施設への汚染物の移行を防止。	
		適用対象の選定方法		森林との境界域における湧水や谷川などの水系。	
		装置・技術・材料	特に必要な装置		水処理装置(ゼオライトなどCsを吸着、回収できるメディアの設置)
			特に必要な技術		
			必要な安全対策		・汚染水回収装置や水処理装置の操作方法などに対応した安全対策。
		経済性			
		2次廃棄物	汚染物の量・種類		Csイオンなど水溶性の放射性物質イオンの含まれた固体廃棄物。
			汚染物の取扱い方法		
		その他特記事項			
EURANOS参照元					

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
森林	地下水・表面水のモニタリング	目的		放射性物質による水道水から放射性物質を除去(浄化)する必要がある。地下水や表面水の放射性物質濃度のモニタリングは、その実施の判断をするデータを提供する。	
		対策の内容		地下水・表面水をサンプリングし、放射線測定器にかけて核種別の定量測定を行う。	
		対策	汚染の拡大防止対策		・サンプリング過程及び放射線測定過程において、地下水・表面水の漏れを防止する。 ・万一地下水・表面水の漏れが生じた場合を想定し、可能な場合は二重管を採用する。
			作業員の被ばく対策		作業員が被ばくする被ばく経路は以下のものがある。 ・サンプリング及び放射線測定器からの外部被ばく ・サンプリング及び放射線測定器及び2次汚染物が乾燥した後、その表面から浮遊した放射性物質の吸入 上記の経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)を使用することでこれらの経路からの放射線量を制御することはできる。
		効果			
		適用対象の選定方法			
		装置・技術・材料	特に必要な装置		核種の定量測定に適した放射線測定装置
			特に必要な技術		放射線測定装置を扱い、測定結果を解析する技術
			必要な安全対策		
		経済性			
		2次廃棄物	汚染物の量・種類		
			汚染物の取扱い方法		
		その他特記事項			
		EURANOS参照元			

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
水域	井戸水のモニタリング	目的		放射性物質による水域や井戸水から放射性物質を除去(浄化)する必要がある。水域や井戸水の放射性物質濃度のモニタリングは、その実施の判断をするデータを提供する。	
		対策	対策の内容		水域や井戸水をサンプリングし、放射線測定器にかけて核種別の定量測定を行う。
			汚染の拡大防止対策		<ul style="list-style-type: none"> <li>・サンプリング過程及び放射線測定過程において、水域や井戸水の漏れを防止する。</li> <li>・万一水域、井戸水の漏れが生じた場合を想定し、可能な場合は二重管を採用する。</li> </ul>
			作業員の被ばく対策		<p>作業員が被ばくする被ばく経路は以下のものがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サンプリング及び放射線測定器からの外部被ばく</li> <li>・サンプリング及び放射線測定器及び2次汚染物が乾燥した後、その表面から浮遊した放射性物質の吸入</li> </ul> <p>上記の経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)を使用することでこれらの経路からの放射線量を制御することはできる。</p>
		効果			
		適用対象の選定方法			
		装置・技術・材料	特に必要な装置		核種の定量測定に適した放射線測定装置
			特に必要な技術		放射線測定装置を扱い、測定結果を解析する技術
			必要な安全対策		
		経済性			
		2次廃棄物	汚染物の量・種類		
			汚染物の取扱い方法		
			その他特記事項 EURANOS参照元		

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
水域	河川水のモニタリング	目的		放射性物質による水域、河川水から放射性物質を除去(浄化)する必要がある。水域、河川水の放射性物質濃度のモニタリングは、その実施の判断をするデータを提供する。	
		対策	対策の内容		地下水・表面水をサンプリングし、放射線測定器にかけて核種別の定量測定を行う。
			汚染の拡大防止対策		<ul style="list-style-type: none"> <li>・サンプリング過程及び放射線測定過程において、水域、河川水の漏れを防止する。</li> <li>・万一水域、河川水の漏れが生じた場合を想定し、可能な場合は二重管を採用する。</li> </ul>
			作業員の被ばく対策		<p>作業員が被ばくする被ばく経路は以下のものがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サンプリング及び放射線測定器からの外部被ばく</li> <li>・サンプリング及び放射線測定器及び2次汚染物が乾燥した後、その表面から浮遊した放射性物質の吸入</li> </ul> <p>上記の経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)を使用することでこれらの経路からの放射線量を制御することはできる。</p>
		効果			
		適用対象の選定方法			
		装置・技術・材料	特に必要な装置		核種の定量測定に適した放射線測定装置
			特に必要な技術		放射線測定装置を扱い、測定結果を解析する技術
			必要な安全対策		
		経済性			
		2次廃棄物	汚染物の量・種類		
			汚染物の取扱い方法		
		その他特記事項			
EURANOS参照元					

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
水域	水源のモニタリング	目的		放射性物質による水道水の汚染が発生した場合には、水道水から放射性物質を除去(浄化)する必要がある。水源域における水の放射性物質濃度のモニタリングは、その実施の判断をするデータを提供する。。	
		対策	対策の内容		水源の水をサンプリングし、放射線測定器にかけて核種別の定量測定を行う。
			汚染の拡大防止対策		<ul style="list-style-type: none"> <li>・サンプリング過程及び放射線測定過程において、水源水の漏れを防止する。</li> <li>・万一水源水の漏れが生じた場合、それをふき取った布等の2次汚染物も含め、汚染が散逸しないように適切に対処する。</li> </ul>
			作業員の被ばく対策		<p>作業員が被曝する被曝経路は、以下のものがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サンプリング及び放射線測定器からの外部被曝</li> <li>・サンプリング及び放射線測定器及び2次汚染物が乾燥した後、その表面から浮遊した放射性物質の吸入</li> </ul> <p>上記の経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)を使用することでこれらの経路からの放射線量を制御することができる。</p>
		効果			
		適用対象の選定方法			
		装置・技術・材料	特に必要な装置		核種の定量測定に適した放射線測定装置
			特に必要な技術		放射線測定装置を扱い、測定結果を解析する技術
			必要な安全対策		
		経済性			
		2次廃棄物	汚染物の量・種類		
			汚染物の取扱い方法		
その他特記事項					
EURANOS参照元					

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
水域	水道水の浄化	目的		種々の放射性物質除去剤を用いて水道水から放射性物質を除去(水道水の浄化)する。		
		対策	対策の内容		<ul style="list-style-type: none"> <li>平成23年4月4日付け厚生労働省「今後の水道水中の放射性物質のモニタリング方針について」に記載されている指標(放射性ヨウ素300Bq/kg、放射性セシウム200Bq/kg)を参考に水道水中の放射性物質の濃度が高くなった場合に放射性物質を除去(浄化)する。</li> <li>放射性物質の物理化学的特性を考慮して、最適な浄化方法/装置を選択し、浄化する。</li> </ul>	
			汚染の拡大防止対策		<ul style="list-style-type: none"> <li>浄化装置からの水道水(汚染水)の漏れを防止する。</li> <li>装置の外表面に汚染水が付着しないようにする。万一装置の外表面に汚染水が付着した場合、それをふき取った布等の2次汚染物が散逸しないように適切に隔離する。</li> </ul>	
			作業員の被ばく対策		<p>作業員が被曝する被曝経路は、以下のものがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>浄化装置からの外部被曝</li> <li>浄化装置外表面及び2次汚染物が乾燥した後、その表面から浮遊した放射性物質の吸入</li> </ul> <p>上記の経路からの影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)を使用することでこれらの経路からの放射線量を制御することができる。</p>	
		効果		<p>平成23年3月29日付け国立保健医療科学院水道工学部「浄水プロセスにおける放射性物質の除去性能に関するレビュー」によれば、これまでに報告された主な研究結果のうち、特に</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ヨウ素については、最も除去効率の高いのが逆浸透法(約70%)、次いで、活性炭・イオン交換法(約40~70%)が効果がある。</li> <li>セシウムについては、最も除去効率の高いのが逆浸透法(約70%)、次いで、天然ゼオライト・イオン交換法(約40~70%)が効果がある。</li> </ul>		
		適用対象の選定方法		家庭で行うのは困難があるので、浄水施設で行われるべき。		
		装置・技術・材料	特に必要な装置		選択した浄水方法に適合した装置が必要である。	
			特に必要な技術		選択した浄水装置を動かせる技術が必要である。	
			必要な安全対策		選択した浄水方法に対応した安全対策が適宜必要になる。	
		経済性				
		2次廃棄物	汚染物の量・種類			
			汚染物の取扱い方法			
		その他特記事項				
EURANOS参照元						

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
生活用品	拭き取り	目的	生活用品を拭き取りにより、表面近傍や表面の溝などに付着した放射性物質を除去すること。この方法は強固に付着したものを対象としない。		
		対策	対策の内容	手で紙ウエスや布ウエスを持ち、一方向にふき取る。表面の溝はストリッパブルペイントなどを援用し、除去する。使用後の紙ウエス、布ウエス、ビニールカバー、ストリッパブルペイントなどはビニール袋に入れその後ドラム缶に入れて管理保管する。	
			汚染の拡大防止対策	作業中の汚染拡大防止のために、汚染のレベルを最初に計測して、高いところから低い所に順序をきめて行う。高い場所は、ビニールなどで表面を覆うと飛散防止となる。紙ウエスや布ウエスを両方向で拭かないようにする。表面の溝はストリッパブルペイントなどを援用し、拡大防止を図り、次いで除去する。	
			作業員の被ばく対策	作業員はゴム手袋、ゴーグル、マスク、防護キャップ、防護服(タイベックススーツ)を着用する。水で行う場合はカッパも着用する。作業後の汚染を確認する。線量計の着用、これによる被ばく管理を行う。使用後のゴム手袋、ゴーグル、マスク、防護キャップ、防護服(タイベックススーツ)などはビニール袋に入れその後ドラム缶に入れて管理保管する。作業員が最初にサーベイメーターで汚染レベルを確認して除染手順を汚染拡大と2度手間を防ぐために決める。線量計で被ばく管理を行う。簡単な簡易放射線管理、簡易除染技術訓練が必要。	
		効果	表面に軽く付着した放射性同位元素の汚染は拭き取りでほとんど除染できる。簡便ですぐ行え効果的である。木製の製品でも表面の溝もストリッパブルペイントなどを併用すれば多くの場合除染可能である。		
		適用対象の選定方法	通常の生活用品では、適用可能である。		
		装置・技術・材料	特に必要な装置	特になし。サーベイメーター、個人線量計、運搬車などは必要。廃棄物の運搬車などが必要。	
			特に必要な技術	特になし。簡易放射線管理、簡易除染技術は必要。	
			必要な安全対策	作業員が最初に汚染レベルを確認して除染手順を汚染拡大と2度手間を防ぐために決める。線量計で被ばく管理を行う。簡単な簡易放射線管理、簡易除染技術訓練が必要。	
		経済性	紙、布ウエス(10円/L)紙製タイベックススーツ、ゴーグル、紙帽子、マスクも安価。人件費も作業程度状況汚染程度によるが総じて軽作業で安価。		
		2次廃棄物	汚染物の量・種類	量と種類は対象により異なる。例として100m <sup>2</sup> で汚染にもよるが、60L:紙、布ウエス、1枚:紙製タイベックススーツ、1個:ゴーグル、1個:紙帽子、1個:マスク、若干:ストリッパブルペイント	
			汚染物の取扱い方法	作業中はビニール袋で保管、作業後ドラム缶に集め、管理保管する。その後焼却。管理保管または焼却処理される廃棄物は、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」等に基づく産業廃棄物として処理。	
			その他特記事項		
EURANOS参照元	ID22,23,24,25,26,28,56,57,58,59				

技術例		項目	文献調査 <sup>1)</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
生活用品	吸引清掃	目的	生活用品の表面の汚染物を吸引清掃すること。		
		対策	対策の内容	生活用品の表面の汚染物を吸引清掃するため、そのまま吸引清掃し、或いは洗剤、酸、アルカリで処理して汚染物を除去し、残渣溶液を吸引清掃する。同様にストリッパブルペイントを生活用品対象物の表面に塗布して乾燥後、塗膜を剥離し、吸引清掃することにより、対象物の表面に付着していた放射性物質を除去できる。	
			汚染の拡大防止対策	作業中の汚染拡大防止のために、汚染のレベルを最初に計測して、高いところから低い所に順序をきめて行う。高い場所は、ビニールなどで表面を覆うと飛散防止となる。表面の溝はストリッパブルペイントなどを採用し、拡大防止を図り、次いで剥離除去する。ストリッパブルペイントは塗布することによって放射性物質を閉じ込め、拡大防止を測れ、吸引清掃できる。	
			作業員の被ばく対策	対象物及び対象物以外の表面より浮遊した放射性物質の吸入を防止するために個人用保護具を使用することで内部被ばくを防止する。作業員はゴム手袋、ゴーグル、マスク、防護キャップ、防護服(タイベックススーツ)を着用する。水を使用の場合はカッパも着用する。作業後の汚染を確認する。線量計の着用、これによる被ばく管理を行う。使用後のゴム手袋、ゴーグル、マスク、防護キャップ、防護服(タイベックススーツ)などはビニール袋に入れその後ドラム缶に入れて管理保管する。作業者が最初にサーベイメーターで汚染レベルを確認して除染手順を汚染拡大と2度手間を防ぐために決める。線量計で被ばく管理を行う。簡単な簡易放射線管理、簡易除染技術訓練が必要。	
		効果	表面に軽く付着した放射性同位元素の汚染は吸引清掃でほとんど除染できる。簡便ですぐ行え効果的である。木製の製品でも表面の溝もストリッパブルペイントなどを併用すれば多くの場合除染可能である。ストリッパブルペイントには水性のもの油性のものがあり、作業者の安全衛生面、火災の危険性、公害問題などの観点から水性のものを使用することが望ましい。被膜の抗張力は水性が約30kgf/cm <sup>2</sup> で油性が約400kgf/cm <sup>2</sup> と水性よりも油性のほうが放射性物質の除去率は高い。よって油性のものを使用するための安全衛生、火災防止等の安全対策を施すことにより、除染効果は向上する。		
		適用対象の選定方法	通常の生活用品では、適用可能である。ストリッパブルペイントは剥離するために複雑な形状のものには不向きである。		
	装置・技術・材料	特別に必要な装置	吸引清掃は専用電気吸塵機、掃除機など、専用スプレー、ローラーでの塗布は発生した気泡が速乾性なので剥離の途中で切れやすくなるのでハケを使用して塗布する。廃棄物の運搬車などが必要。		
		特別に必要な技術	吸引清掃は電気吸塵機、掃除機などが必要であるが、特別な取り扱い技術はない。ストリッパブルペイントはハケ塗りで薄く切れ目のないように塗布するだけである。		
		必要な安全対策	使用する吸引清掃用機器の使用方法、洗浄用溶媒や薬品の使用管理方法に安全対策が必要、特化物等とあれば緊急時対策や同訓練やMSDSなど内容明示が必要。ストリッパブルペイント作業が屋内であれば室内の換気(ファンによる強制換気)を十分に確保する。個人保護具の使用により、酸化した有機溶剤及び放射性物質の吸入の防止溶剤成分は引火性があるので火気厳禁と消火器の常設。		
		経済性	塗布量としては130g~150g/m <sup>2</sup> が標準で購入すると8,000円/3.4kg程度になる。よって1m <sup>2</sup> 当たりの単価は306円~353円程度になる。		
	2次廃棄物	汚染物の量・種類	生活用品の吸引清掃で発生する洗剤、酸、アルカリで処理した汚染物、残渣溶液は、作業状況、汚染程度、対象物による。通常、剥離したストリッパブルペイント:130g~150g/m <sup>2</sup> 。量と種類は対象により異なる。		
		汚染物の取扱い方法	作業中はビニール袋で保管、作業後ドラム缶に集め、管理保管する。その後焼却。管理保管或いは焼却処理される廃棄物は、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」等に基づく産業廃棄物として処理。		
		その他特記事項			
	EURANOS参照元	ID22.23.24.25			



技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
生活用品	洗浄	目的	生活用品の表面の汚染物を洗浄し、除染すること。		
		対策	対策の内容	生活用品の表面の汚染物を洗剤剤及び薬品などを使用して洗浄し、除染する。通商産業研究社発行の「放射線安全管理学」を参照。	
			汚染の拡大防止対策	作業中の汚染拡大防止のために、汚染のレベルを最初に計測して、高いところから低い所に順序をきめて行う。作業場所や対象物のある場所は、ビニールなどで床や表面を覆うと飛散防止となる。多量の除染剤を使用したり、汚染箇所を把握しないで不必要な部分までも除染処理を行うと汚染している面積が拡大することと汚染を空气中に舞い上がらせないように湿式(対象物の表面を濡らす)で除染する。	
			作業員の被ばく対策	対象物の表面より飛散した汚染水の防護のために保護メガネ及び防護マスクを使用して内部被ばくを防止する。作業員はゴム手袋、ゴーグル、マスク、防護キャップ、防護服(タイベックススーツ)を着用する。水で行う場合はカッパも着用する。作業後の汚染を確認する。使用後のゴム手袋、ゴーグル、マスク、防護キャップ、防護服(タイベックススーツ)などはビニール袋に入れその後ドラム缶に入れて管理保管する。作業員が最初にサーベイメーターで汚染レベルを確認して除染手順を汚染拡大と2度手間を防ぐために決める。線量計で被ばく管理を行う。簡単な簡易放射線管理、簡易除染技術訓練が必要。	
		効果	表面に軽く付着した放射性同位元素の汚染は洗浄でほとんど除染できる。簡便ですぐ行え効果的である。木製の製品でも表面の溝もストリッパブルペイントなどを併用すれば多くの場合除染可能である。汚染してから時間が経過すればするほど、除染はしだいに困難となってくる。これは汚染が表面の割れ目や傷口に入り込んだり、或いは表面の材質と化学反応を起こしたりするため、このような場合は界面活性度の大きい除染剤を使用することにより除染効果は向上する。		
		適用対象の選定方法	通常的生活用品では、適用可能である。洗浄することで対象物の中に汚染物を浸透させるものは不適である。対象物が使用する水や有機溶媒や個々の薬品に耐えられないものは不適である。		
		装置・技術・材料	特に必要な装置	特別な装置は無い。洗浄のための洗浄桶、排水溜め、洗浄ブラシなど道具器具が必要。廃棄物の運搬車などが必要。	
			特に必要な技術	特にない。	
			必要な安全対策	除染剤及び薬品を使用することで防護メガネ、防護マスク等の薬品に対する安全対策が必要である。作業員が最初に汚染レベルを確認して除染手順を汚染拡大と2度手間を防ぐために決める。使用する洗浄用機器の使用法、洗浄用溶媒や薬品の使用管理方法に安全対策が必要、特化物等とあれば緊急時対策や同訓練やMSDSなど内容明示が必要。	
		経済性			
		2次廃棄物	汚染物の量・種類	生活用品の洗浄に使用する除染剤及び薬品が含まれた排水が発生する。生活用品の洗浄では、発生量等は多量ではない。量と種類は対象により異なる。	
			汚染物の取扱い方法	作業中はビニール袋で保管、作業後ドラム缶に集め、管理保管する。その後焼却。管理保管或いは焼却処理される廃棄物は、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」等に基づく産業廃棄物として処理。	
その他特記事項					
EURANOS参照元		ID23,24,27,28,53,56,57			

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
生活用品	その他のクリーニング法	目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・居住区の建物内壁や家具などの表面からの<math>\gamma</math>線および<math>\beta</math>線線量の低減。</li> <li>・屋内表面からの再浮遊汚染物の吸入被曝線量の低減。</li> </ul>		
		対策の内容	<p>様々なクリーニング方法(スクラブ洗浄、シャンプー洗浄、スチーム洗浄など)が屋内表面や物に使用可能である。適用される方法は、洗浄対象となる表面や材質に強く依存する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・木材製品のスクラブ洗浄は、汚染水が割れ目に染みこみ表面の下が汚染する懸念がある。</li> <li>・シャンプー洗浄、スチーム洗浄の場合、カーペット、タペストリーなどの布張り表面に熱/冷洗剤液が散布され、布が完全に洗剤液で浸される前に、吸引除去される。</li> <li>・エアコンやファンなどのフィルター除去のメリットに関する詳細は、データシート 55 に記載。</li> <li>・他の屋内表面の清掃に関する方法がデータシート 22(吸引清掃)および 23(洗浄)に記載</li> <li>・再浮遊汚染物による表面再汚染は顕著ではないので、再実施は必要ない。</li> </ul>		
		汚染の拡大防止対策	発生した廃棄物は回収するべきである。		
		作業員の被ばく対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・周囲環境と汚染された機器からの外部被ばく。</li> <li>・地面と他の表面からの再浮遊物質の吸引(は通常レベル以上に強化されるであろう)。</li> <li>・作業員の手からの粉塵の不注意による摂取(ただし、この影響は重要ではなく、個人用保護具(PPE)によりこれら被ばく経路からの粉塵を制御できる。廃棄物の運搬と処理からの被ばく経路は含まない。)</li> </ul>		
		効果	<p>沈着後2~3週間以内に実施され、かつ前洗浄などは実施されていない場合、除染係数(DF)は、10 が達成可能である。ただし、ばらつきがある。</p> <p>最も高い除染係数の値は、木、タイル、リノリウム材、マーリータイル、ガラスおよび紙や塗装壁のような円滑な表面を洗浄した際に期待できる。</p> <p>除染係数は、コンクリート、石材、レンガ(床、壁、天井)、カーペット、ラグ、タペストリー、布張り品、寝具類、室内装飾品のような荒い表面でかなり低くなる可能性がある。</p>		
		適用対象の選定方法	水洗浄に耐える屋内表面や所有物。熱水を用いるスチーム洗浄は、絹、ビスコースレーヨン、ベルベット生地には適さない。		
		装置・技術・材料	特に必要な装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ディスペンサー付きスクラブ洗浄機</li> <li>・スチームクリーナー</li> <li>・スプレー湿式掃除機</li> <li>・機材および廃棄物運搬車</li> </ul>	
			特に必要な技術	簡単な装置説明。しかし、特殊な物やクリーニング技術に関連する潜在的な問題が十分に説明されることが重要である。	
			必要な安全対策	高濃度汚染エリアでは、呼吸防護用具が必要かもしれない。防水加工作業服が必要かもしれない。簡単な薬品取り扱い方法	
		経済性	<p>機器費用(€n-2): <math>3 \times 10^{-3} \sim 4 \times 10^{-2}</math></p> <p>労務費(€n-2): 0.4~9</p> <p>作業時間: &lt;math&gt;100 \text{ m}^2/\text{チーム} \cdot \text{時間}&lt;/math&gt; (チームは1名)</p> <p>いずれもクリーニング方法による</p>		
		2次廃棄物	汚染物の量・種類	<p>量: 1.3 kg/m<sup>2</sup> 固体および液体廃棄物</p> <p>種類: 水、洗剤およびダスト汚染。</p>	
			汚染物の取扱い方法	フィルターの処分も必要かもしれない。廃水は、汚染水を最小限とするため、回収し過ぎが必要かもしれない	
			その他特記事項	特になし	
	EURANOS参照元	ID: 24			

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
生活用品	汚染物の撤去	目的	・居住区の建物内壁や家具などの表面からの $\gamma$ 線および $\beta$ 線線量の低減。 ・建物内壁や家具などの表面からの再浮遊汚染物の吸入被曝線量の低減。		
		対策の内容	建物内の物品、備品、家具は撤去可能である。		
		対策	汚染の拡大防止対策	汚染物質は、除去中に汚染物質のさらなる拡散による粉塵の危険があるならば、除去前に表面に固定すべきである。室内装飾品や固定されていないカーペット、リネンに対しては、10%グリセロール噴霧固定剤が使用可能である。磨き剤は除去中に拡散する粉塵を避けるため平滑仕上げの家具に噴霧することができる。	
			作業員の被ばく対策	作業員が被ばくする可能性がある被ばく経路(廃棄物の輸送と処分からの被ばく経路は含まない。): ・環境及び汚染された装置からの外部被ばく ・床や他の表面(通常レベル以上に拡大されるかもしれない)からの再浮遊した放射性物質の吸引 ・作業員の手から粉塵の不注意による摂取。ただし、個人用保護具(PPE)により線量を制御できる。	
		効果	注意深く実施すればこれら除去プロセスは表面及び物品の全ての汚染を事実上、除去可能である。しかし、物品の除去プロセスは埃を介して他の表面への汚染の拡大することになる可能性もある。再分配された汚染物質の量は、除去前に含有されていた汚染物質の程度に依存するだろう。		
		適用対象の選定方法	建物内の室内品、備品、家具		
		装置・技術・材料	特に必要な装置	・空圧式チゼル(はつり工具) ・コンクリートからリノリウムタイルの除去:コンクリートの床に粘着したタイルを除去する機械(長いリーチの除去器) ・板張り床を除去するためののこぎり ・装置や廃棄物の輸送機	
			特に必要な技術	簡単な指示のみが要求される。そのため、手法は少なくとも部分的には、当局からの指示や安全具やその他装置の支給後に、住民自身で実行可能である。	
			必要な安全対策	手袋、オーバーオール。呼吸器保護具を含む個人用保護具(PPE)は再浮遊物質からの危険性を低減するために、埃っぽい環境では必要かもしれない。	
		経済性	機器費用( $\text{€m}^{-2}$ ): $5 \times 10^{-1}$ 労務費( $\text{€m}^{-2}$ ): 4 作業時間: $20 \sim 30 \text{m}^2/\text{チーム} \cdot \text{時間}$ (チームは2名、室内装飾品の除去費用は約 $\text{€}/15\text{m}^2$ 以上)		
		2次廃棄物	汚染物の量・種類	フロアエリアでは一般的に $20 - 30 \text{kg m}^{-2}$ 備品除去では、約 $50 \text{kg m}^{-2}$ が生じるであろう。 種類: 固体廃棄物 ベッド、家具、カーテン類、装飾品、備品、電化製品 等	
			汚染物の取扱い方法		
		その他特記事項			
EURANOS参照元	ID: 26				

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
公共施設	運動場	表土替え	目的	汚染土壌からのベータ線、ガンマ線による外部被ばく線量、再浮遊物質からの放射線量の吸入を減少させる。	汚染した土壌を除去し、外部被ばく線量等を減少させる。幼稚園、学校の園庭、校庭で実施した場合、子どもの被ばく線量を低減化が可能となる。	
			対策	対策の内容	表土の上部50mmを除去する(ミニブルドーザー、シャベル)。放射能として、'クリーン'な土壌(厚さ:5~10cmが望ましい。)で地表の汚染を遮へいするために被覆する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>表土5cmを3回に分けて剥離し、掘削したトレンチ内(深さ1.5m)に保管。</li> <li>除去した土壌が、他の敷地に持ち出せない場合、上下層を入れ替える。</li> <li>固化剤(例、ポリイオン)を利用した場合、効果的な剥離が可能となる。</li> </ul>
				汚染の拡大防止対策	表土の除去は、粉塵を発生させる可能性がある。再浮遊の防止のためには、土壌の固着を行う。	土壌を剥離した場合、同じ量の汚染されていない山砂で覆う。除去した土壌を保管するトレンチの上下底面、側面に遮水シートを施工する(浸透の防止)。トレンチの表面は、深部の汚染されていない土壌で覆う(表面50cm)。
				作業員の被ばく対策	可能性のある作業員の被ばく経路 <ul style="list-style-type: none"> <li>環境と汚染された機器からの外部被ばく</li> <li>地面、他の表面からの再浮遊物質の吸入</li> <li>作業員の手からの粉じんの不注意による摂取(個人用保護具により制御可能)</li> </ul> ベータ、ガンマ線:外部被ばく線量は、一般的線量よりも高くなる。埃っぽい状況でも、吸入線量の、全作業員線量への寄与は僅か。 アルファ線:一般的線量よりも高くなる。	ポケット線量計による一日・作業単位ごとの管理。
				効果	除去する深さが最適化された場合、DFとして10~30(機械式、手作業)。有効性は、土壌の深度方向に移行するほど、減少する。クリーンな層が乱されない限り、被覆土壌の深さに依存して線量は減少する。土壌10cmの場合、Cs-137に対して、ガンマ線量率の減少は4-5と予想される。(理論的に、この値は高すぎる可能性もある。)	JAEAが実施した知見では、土壌を剥離し、トレンチに保管した場合、学校、幼稚園敷地内の空間線量率は1/10~1/20に低下。 中学校の校庭の平均:2.50→0.15 $\mu$ Sv/h(1m高さ) 幼稚園の園庭の平均:2.7→0.22 $\mu$ Sv/h(50cm) トレンチ周辺の線量率は、校庭と同じ程度。  上下層の入れ替えについては、60%~90%程度の線量減弱。30cm程度(10cmの表層土を底部に置いた場合に、20cmの掘削土(下層土)の埋め戻し)でも放射線遮へいの観点からは十分。  ポリイオンを用いた薄く土壌を剥ぐ試験によれば、2~3cmの除去で、5 $\mu$ Sv/h→0.2 $\mu$ Sv/hとなる。
			適用対象の選定方法	運動場の他、庭園、公園、砂場	運動場の他、庭園、公園、砂場、子どもの被ばく線量低減の観点から幼稚園、学校の園庭、校庭	
			装置・技術・材料	特に必要な装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>ミニブルドーザー(ポプキャット)</li> <li>シャベル</li> <li>レーキ</li> <li>装置、器材、廃棄物の運搬車</li> </ul>	
				特に必要な技術	機械作業は操作に熟練した者、手作業では体力。	
				必要な安全対策	埃っぽい状況では、呼吸保護、防護服、手袋着用が再浮遊物質の危険を減らすために望ましい。	
			経済性	機器費用(€/m <sup>2</sup> ):0.1~0.2 労務費(€/m <sup>2</sup> ):0.6~0.7(場合によって3.0) 作業時間:100~400m <sup>2</sup> /チーム・時間(機械)手作業では10m <sup>2</sup> /チームとなる。機器の使用では、土壌と芝の除去に2名。広い場合は、土壌の入れ替えに2名、芝の植え替えに6名となる。手作業では2~4名程度。		
			2次廃棄物	汚染物の量・種類	5cm除去した場合、土壌の量は55~70kg/m <sup>2</sup> となる。(表土替え、すなわち、その場に埋める場合はない。)	上下層の入れ替えの場合、他の保管場所は必要としない。
				汚染物の取扱い方法		トレンチに除去した土壌を保管する場合、側面に遮水シートを施工(浸透の防止)、トレンチ表面は、深部の汚染されていない土壌で覆う(表面50cm)。コンクリート遮蔽物内に保管する方法もある。 (作業前に保管場所を確保しておくことが重要となる。)
			その他特記事項		福島県で実施した結果に基づく(日本原子力研究開発機構)	
EURANOS参照元	ID38及び39:表土と芝土の除去(機械式、手作業)、ID40:非汚染土壌で被覆					

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
公共施設	道路	散水洗浄	目的	居住区域内の道路や舗装された領域、固い表面を持つ屋外の汚染を除去。汚染からの外部被ばく線量を減らし、及び再浮遊物質に起因する内部被ばく線量を減らす。	道路等の舗装面を洗浄して、外部被ばく線量等を減らす。	
			対策	対策の内容	通常の消火用ホース装置を使用して、固い屋外の表面から汚染物質を洗浄することにより、汚染、汚物/塵と水が流され、直接排水されるか、植物や土壌のある縁に流れる。水は、消火栓、消防車から得ることができ、水源の川や湖からも得られるかもしれない。	水源を確保できる場合、消火用に限らず、ホースを適用できる。時間が経過した後では、排水口における汚染が問題となる可能性がある。また、道路わきの草や植木の除染も被ばく低減の観点からは重要(関連項目参照のこと)。
				汚染の拡大防止対策	舗装領域を洗浄した水を集めることはおそらく実行可能でない。しかし、水の回収は、防水壁を用いて水を押し込め、その後にタンク車による揚水で可能となるかもしれない。塵の発生は、問題となりそうもない。再浮遊した汚染物質による表面(舗装面)の再汚染は僅かである。	水による洗浄を周囲に飛散させないように、周縁部から、内側、高地から低い方向へ向けて洗浄する。セシウムについては、水みちに沿って動くこと、吸着性が高いため固体があれば濃縮すること、その吸着は表面積が大きいほど多いこと(それゆえ、松葉に濃集する)など、セシウムの化学的性質から線量の高い場所をおおよそ推定することが可能。
				作業員の被ばく対策	可能性のある作業員の被ばく経路 ・環境と汚染された機器からの外部被ばく ・(核種の放出の継続時)ブルームの放射能の吸引 ・地面、他の表面からの再浮遊の吸引 ・作業員の手からの粉じんの不注意による摂取(個人用保護具により制御可能) 廃棄物の運搬、処理からの経路は含まない。 ベータ、ガンマ線:外部被ばく線量は、一般的線量よりも高くなる。埃っぽい状況でも、吸入線量の、全作業員線量への寄与は僅か。 アルファ線:一般的線量よりも高くなる。	同左
			効果	沈着後に一週間以内に実施され、かなりの降水量がない場合(後述、参照)は、除染係数(DF)として、2~4が達成できる。汚染は、天然現象によって、速やかに除去されるので、この方法の有感性は時間とともに減少、2、3か月後はかなりの除染は難しくなる。(交通量や降雨量による) 繰り返した場合でも、DFの大きな増加を与えることはないと推測される。短期的に、引用したDFは全ての放射性核種に同様と考えられるが、ヨウ素とトリチウムは例外的で、これらの核種は不浸透性の表面の洗浄は仮想的には完全に除去される。  固い表面(舗装面等)からのガンマとベータ線の外部被ばく線量率は、DFの値で低減。 再浮遊大気中濃度もDFの値で低減。	排水口(建物の屋上)について、土砂や落ち葉の除去、高圧洗浄と併せて実施することにより、表面(1cm)の線量率は35 $\mu$ Sv/hから1.9 $\mu$ Sv/hとなった。 多孔性のレンガを敷き詰めた通路については、洗浄した場合でも、顕著な放射線量の低下は確認されなかった。	
			適用対象の選定方法	屋外の"固い"表面(道路、舗装面、道、舗装された庭、遊び場等)	道路、舗装面、駐車場、子どもの被ばく線量低減の観点から通学路が重要となる。	
			装置・技術・材料	特別に必要な装置	・消火ホース ・消火栓あるいは消防車 ・ポンプ(約6,000€) 水源が必要となり、水や装置の燃料、部品も必要。	・散水に用いるホースの他、水源、電源を事前に確認する。(洗浄の対象範囲に到達可能とする。)
				特別に必要な技術	消防車や消防ホースの取り扱いの長けた熟練職員	
				必要な安全対策	耐水性の高い衣服(汚染の高い領域)。呼吸の防護を含む保護具の使用は、汚染された水氏引きへの近接に得策。水の供給を不注意に汚染しないよう、水道管への接合する人には予防策が必要。	防水のため、カッパ、ゴム手袋、ゴーグル。
			経済性	装置費:0.7~1 $\times 10^{-4}$ €/m <sup>2</sup> (労務費は1000倍)。 2~3人のチームで、1時間当たり1000m <sup>2</sup>		
			2次廃棄物	汚染物の量・種類	50L/m <sup>2</sup> の水中に、0.1~0.2kg/m <sup>2</sup> の固体(塵と水)	
				汚染物の取扱い方法		
				その他特記事項		福島県で実施した結果に基づく(日本原子力研究開発機構)
EURANOS参照元	ID: 29					

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
公共施設	道路	吸引洗浄	目的	居住区域内の道路や舗装された領域、“固い”表面を持つ屋外の汚染を除去。汚染からの外部被ばく線量を減らし、及び再浮遊物質に起因する内部被ばく線量を減らす。	道路等の舗装面を洗浄して、外部被ばく線量等を減らす。	
			対策	対策の内容	自治体の電気清掃機が、舗装された領域に使用可能。異なる種類の清掃機は、広い表面(例、道路)、狭い舗装面で使用される。水スプレーで表面を濡らす機器は、塵を減じ、再浮遊の危険を減らすために推奨される。	時間が経過した後では、排水口における汚染が問題となる可能性がある。また、道路わきの草や植木の除染も被ばく低減の観点からは重要(関連項目参照のこと)。
				汚染の拡大防止対策	排水は排水口に直接、あるいは集められて廃棄される。排水から汚染した塵の分離は可能かもしれない。実施中の塵の発生は問題になりそうにない。再浮遊汚染物質による再汚染は僅かで、繰り返しの適用は必要とされない。	
				作業員の被ばく対策	可能性のある作業員の被ばく経路 ・環境と汚染された機器からの外部被ばく ・(核種の放出の継続時)ブルームの放射能の吸引 ・地面、他の表面からの再浮遊の吸引 ・作業員の手からの粉じんの不注意による摂取(個人用保護具により制御可能) 廃棄物の運搬、処理からの経路は含まない。 ベータ、ガンマ線:外部被ばく線量は、一般的線量よりも高くなる。埃っぽい状況でも、吸入線量の、全作業員線量への寄与は僅か。 アルファ線:一般的線量よりも高くなる。	
			効果	沈着後に一週間以内に実施され、かなりの降水量がない場合(後述、参照)は、除染係数(DF)として、2~3が達成できる。汚染は、天然現象によって、速やかに除去されるので、この方法の有感性は時間とともに減少時、2、3か月後はかなりの除染は難しくなる。(交通量や降雨量による) 繰り返した場合でも、DFの大きな増加を与えることはないと推測される。 短期的に、引用したDFは全ての放射性核種に同様と考えられるが、ヨウ素とトリチウムは例外的で、これらの核種は不浸透性の表面の洗浄は仮想的には完全に除去される。  固い表面(舗装面等)からのガンマとベータ線の外部被ばく線量率は、DFの値で低減。 再浮遊大気中濃度もDFの値で低減。		
			適用対象の選定方法	舗装された表面(道路、舗装面、道、舗装された庭、遊び場等)	道路、舗装面、駐車場、子どもの被ばく線量低減の観点から通学路が重要となる。	
			装置・技術・材料	特に必要な装置	・舗装掃除機 ・道路掃除機 ・多量の水ポンプ ・貯蔵タンク	・吸引に用いる機器の他、電源(水を使用する場合は水源)を事前に確認する。(洗浄の対象範囲に到達可能とする。)
				特に必要な技術	電気掃除機の取り扱いの長けた熟練職員	
				必要な安全対策	乾燥した環境で、手動操作を必要とする場合は呼吸の防護が必要。高汚染地域では、塵を入れたタンクは水で満たさなくてはならない。操作する者と廃棄物タンクの間で金属遮蔽の適用が推奨されるかもしれない。	防水のため、カッパ、ゴム手袋、ゴーグル。
			経済性	装置費: $1 \times 10^{-3} / \text{m}^2$ 、労務費: $8 \times 10^{-3} / \text{m}^2$ 、3,000~20,000 $\text{m}^2 / \text{人} \cdot \text{時間}$		
			2次廃棄物	汚染物の量・種類	0.1~0.2 $\text{kg} / \text{m}^2$ 塵の量に依存する。洗浄がぬれた状態で実施され、排水が直接排水口に廃棄された場合、より多くの量の廃棄物。	
				汚染物の取扱い方法		
その他特記事項						
EURANOS参照元	ID: 30					

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
公共施設	道路	高圧洗浄	目的	・道路や舗装面等の“硬い”表面を持つ屋外の汚染の低減 ・これらの表面からの再浮遊による大気中濃度の低減	高圧水による洗浄は、高圧水の吹きつけによって有意な剥離・崩壊などが生じない程度に強固な表面を持った箇所に適用可能な除染技術であると考えられ、対象は道路表面に限定されるものではない。表面付近に存在する汚染の除去に有効であるが、洗浄水に取り込まれた汚染物を回収処理しない場合は、汚染を単に移動・拡散させているに過ぎないことがあり、区域全体の除染という観点で、何らかの最適化が必要と考えられる。	
			対策	対策の内容	表面に高圧の水(150~200bar)を吹きつける。 再浮遊汚染物質による表面の再汚染は僅かであり、高圧洗浄の繰返しは必要ではない。	除染対象表面に適した吹き付けノズル、除染廃水回収装置などの設計検討が必要となる可能性がある。
				汚染の拡大防止対策	高圧洗浄によって生じた廃水や、洗浄によって直接排水口に流れた廃棄物の収集は現実的ではないが、もし収集が可能ならば、廃水をろ過処理することによって、汚染物質を分離回収できる可能性がある。	廃水の回収・処理を行わないとすれば、別の場所など(例えば下水汚泥)の汚染の原因になるので、高圧水洗浄で生じた汚染廃水は回収・処理することが望ましい。廃水の処理技術は、ろ過処理に限らず、除染係数、2次廃棄物の発生量、処理費用などの観点から最適な処理技術を選定することが望ましい。 道路表面に限らず、区域全体の除染方針・除染方策の観点から、採用する除染技術が最適化されるべきである。
				作業員の被ばく対策	高圧洗浄中の再浮遊物質の吸入による作業員への影響に対する防護の必要性は低いと見られるが、水しぶきに対する作業員の防護は必要である。	防護服・防護具の具体的な仕様、作業員の被ばくを最小化するための作業手順などの検討が必要と考えられる。
				効果	沈着直後に実施された場合、除染係数(DF)3~7が達成できる。 対象表面の汚染は自然のプロセスによって速やかに除去されていくので、この方法の有効性は時間とともに低減し、その程度は、交通量や雨量によって影響される。 繰返し適用によってDFが大きく増加することはなさそうである。 引用されたDFは全ての放射性核種について同様であると考えられるが、ヨウ素とトリウムについては例外で、理論的には不浸透性の表面であれば、洗浄によってこれらの核種を完全に除去できる。 除染効果に影響する技術的因子として、以下が挙げられる。 - 表面の種類、平滑性、状況 - 汚染集中箇所(例えば、排水溝)の洗浄 - 実施の時期(沈着後の経過時間) - 作業員の技術(汚染状況に合致した洗浄)	現場での適用実績に基づいて、実態的なDFが評価されるべきである。  排水口(建物の屋上)について、土砂や落ち葉の除去、高圧洗浄と併せて実施することにより、表面(1cm)の線量率は35 $\mu$ Sv/hから1.9 $\mu$ Sv/hとなった。 多孔性のレンガを敷き詰めた通路については、洗浄した場合でも、顕著な放射線量の低下は確認されなかった。(JAEAによる実績)
			適用対象の選定方法	舗装された表面(道路、舗装面、道、舗装された庭、遊び場、など)。	期待される効果、作業員などの被ばく、除染費用などを考慮して選定されるべきである。	
			装置・技術・材料	特に必要な装置	必要な装置は、廃水が廃棄の前にろ過されるか否かによって変わる。 高圧洗浄で用いられる装置として、以下が挙げられる。 - 2000psi 加圧水 - 装置と廃棄物の輸送車両 - 7.5kWの発電機 - フィルタ - 多量水ポンプ	・必要な装置は、適用する具体的な除染システムの設計に依存する。市販の装置からの調達、新規の設計・製作のいずれかによって整備する必要がある。 ・散水、洗浄に用いる機器の他、水源、電源(動力源)を事前に確認する。(洗浄の対象範囲に到達可能とする。)
				特に必要な技術	高圧洗浄ホースの取扱や水路の洗浄の熟練技術。	必要な技能を持った作業員の手配、また、必要に応じて技能者の養成・訓練が必要と考えられる。
				必要な安全対策	作業員の防護服・防護具	上記、作業員の被ばく対策の項を参照。 防水のため、カッパ、ゴム手袋、ゴーグルなど。
			経済性	装置費用: €4 × 10 <sup>-2</sup> /m <sup>2</sup> 労務費: €2/m <sup>2</sup> 作業時間: 30~60 m <sup>2</sup> /チーム・時間(チームは、2~5名。作業員の数は除染対象表面にアクセスするために用いられる装置に依存する。作業時間は、足場の設置時間(建築物表面などに適用の場合)を除く。)	装置費用及び労務費用は、実際の除染システムの設計と運用に依存すると考えられ、実際の運用から得られる実態的な費用が経済性の評価の基盤となるべきである。	
			2次廃棄物	汚染物の量・種類	量: 2 × 10 <sup>-1</sup> ~4 × 10 <sup>-1</sup> kg/m <sup>2</sup> の固体と、20L/m <sup>2</sup> の廃水	汚染物(未処理廃棄物)発生量原単位は、実態的なデータに置き換えられるべきである。
				汚染物の取扱い方法	廃水を収集することは可能とは思えない。	文献1では廃水の回収可能性を疑問としているが、仮設の防水シートや貯留槽の設置によって不可能ではないと考えられる。除染システムの最適化の検討の中で解決すべき問題と考える。回収された汚染物の減容化・安定化処理を検討すべきである。
			その他特記事項		EURANOSハンドブックの記述は、概略的な記述にとどまるので、除染技術の詳細については、EURANOSハンドブックに挙げられた重要な参考文献等を参照することが有用と考えられる。	
EURANOS参照元	ID: 31 高圧洗浄(道路と舗装された領域)	ID: 13 水洗浄、ID: 16 高圧水洗浄、ID: 17 高圧温水による屋根の洗浄、ID: 29 消火用ホースによる散水洗浄など、他の項の水による洗浄除染技術の項も参照することが望ましい。				

技術例		項目	文献調査 <sup>1)</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
公共施設	道路	表面除去と置換	目的	・道路や舗装面等の“硬い”表面を持つ屋外の汚染の低減 ・これらの表面からの再浮遊による大気中濃度の低減	比較的平坦な土壌表面の汚染低減のためにも適用できる可能性がある。	
			対策	対策の内容	道路の表面を薄く削ぐ標準的な機械装置は実用化されており、様々な規模・大きさのものが利用可能である。表面を削ぐだけでも効果がある。表面剥離後の再舗装の必要性は、除去深さや受容性などのその他の要因に依存する。狭い場所に適用する場合も、その規模の手作業で使用する機器がある。	日本国内で広範に利用可能な機械装置とその性能を確認し、最適な適用条件を検討する必要がある。
				汚染の拡大防止対策	作業時に発生する粉塵対策として、散水、表面汚染固着材の使用( ID: 34のデータシート参照)が行われる。	剥離除去した表面の回収効率を最大化することが、汚染の拡大防止策となる。表面固着材の使用は有効と考えられるが、固着材が剥離・分離などして回収できない部分は残留汚染になり得るので、最大の回収率が得られるような方法・手順の検討が必要と考えられる。
				作業員の被ばく対策	主な被ばく経路は、作業中の外部被ばく及び粉塵の吸入による内部被ばくである。除染作業に伴い粉塵が発生するので、粉塵対策として、散水、固着材の使用( ID: 34のデータシート参照)が行われる。個人用防護具による被ばく抑制が可能である。	防護服・防護具の具体的な仕様、作業員の被ばくを最小化するための作業手順などの検討が必要と考えられる。
			効果	沈着直後に実施された場合、最大の効果が得られる。除染係数(DF)5~10が達成できる。その後も、10年後程度までは実施効果が期待できる。繰り返し適用によってDFが大きく増加することはなさそうである。除染の有効性に影響する技術的因子として、以下が挙げられる。 - 道路の平坦さや状態 - 作業者の技量 - 排水溝周りや雨樋の汚染除去 - 表面からの散逸破片の除去	剥離除去した表面の回収効率を最大化することが、除染効果の最大化につながる。表面固着材の使用は有効と考えられるが、固着材が剥離・分離などして回収できない部分は残留汚染になり得るので、最大の回収率が得られるような方法・手順の検討が必要と考えられる。	
			適用対象の選定方法	舗装された表面(道路、舗装面、道、舗装された庭、遊び場、など)。	比較的平坦な土壌表面にも適用できる可能性がある。	
			装置・技術・材料	特別に必要な装置 表面除去と置換に使用される器具は、適用対象の規模・大きさに依存する。 1) 狭い領域の適用対象の場合 - 小型の削り機 - 輪車 - シヤベル - 締め固め機 - 大型トラック - 器具や廃棄物のための輸送車両 2) 広大な領域の適用対象の場合 - コンベヤー付きの削り機 - ローラー - 舗装機械 - JCB(締め固め機) - 道路掃除機 - 大型トラック - 器具や廃棄物のための輸送車両	必要な装置は、具体的な適用対象の条件によって、汚染の低減効率と廃棄物発生量の観点から最適なものを選定することが望ましい。市販の装置からの調達で満足できない場合、新規の設計・製作の検討が必要になることも考えられる。	
			特別に必要な技術	器具の取扱いに習熟した熟練要員。	必要な技能を持った作業者の手配、また、必要に応じて技能者の養成・訓練が必要と考えられる。	
			必要な安全対策	作業時に発生する粉塵に対する防護が必要であり、個人防護具として例えば以下が必要となる。 - グローブ - 安全ゴーグル - 安全ヘルメット - 吸気防護用器具(RPE)	上記、作業員の被ばく対策の項を参照。 作業時に発生する粉塵に対する防護が必要であり、個人防護具として例えば以下が必要となる。 - グローブ - 安全ゴーグル - 安全ヘルメット - 吸気防護用器具(RPE)	
			経済性	1) 表面除去のみ a) 舗装平板(コンクリート) 装置費用: €6 × 10 <sup>-1</sup> /m <sup>2</sup> 消耗品: €0/m <sup>2</sup> 労務費: €3/m <sup>2</sup> 作業時間: 4~30 m <sup>2</sup> /チーム・時間(チームは、2名。) b) アスファルト 装置費用: €2 × 10 <sup>-1</sup> /m <sup>2</sup> 消耗品: €1 × 10 <sup>-1</sup> /m <sup>2</sup> 労務費: €2 × 10 <sup>-1</sup> /m <sup>2</sup> 作業時間: 4 × 10 <sup>2</sup> ~1 × 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> /チーム・時間(チームは、2~4名。) 2) 表面除去と置換 a) 舗装平板(コンクリート) 装置費用: €3/m <sup>2</sup> 消耗品: €1 × 10 <sup>1</sup> /m <sup>2</sup> 労務費: €2 × 10 <sup>1</sup> /m <sup>2</sup> 作業時間: 4~30 m <sup>2</sup> /チーム・時間(チームは、4名。) b) アスファルト 装置費用: €3 × 10 <sup>-1</sup> /m <sup>2</sup> 消耗品: €1 × 10 <sup>1</sup> /m <sup>2</sup> 労務費: €1/m <sup>2</sup> 作業時間: 4 × 10 <sup>2</sup> ~1 × 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> /チーム・時間(チームは、14名。)	装置費用及び労務費用は、実際の除染システムの設計と運用に依存すると考えられ、実際の運用から得られる実態的な費用が経済性の評価の基盤となるべきである。	
2次廃棄物	汚染物の量・種類	アスファルト: 除去厚さ 1 cm 当たり約 15 kg/m <sup>2</sup> 舗装平板(コンクリート): 除去厚さ 1 cm 当たり約 30 kg/m <sup>2</sup> 廃棄物量は、除去厚さと材料の密度(舗装平板はアスファルトより高密度)に依存する。	適用対象の面積によって、汚染廃棄物の発生量が多量に及ぶ可能性がある。その一時保管又は最終処分対策が必要である。			
	汚染物の取扱い方法	除去した舗装表面が汚染廃棄物となる。廃棄物の処分や貯蔵による環境への影響があるかもしれないが、これは廃棄経路の管理と適切な承認により最小化されるべきものである。	廃棄物の汚染レベルに応じて、産業廃棄物の管理型処分又は低レベル放射性廃棄物のトレンチ処分その他の処分が必要と考えられる。			
その他特記事項		EURANOSハンドブックの記述は、概略的な記述にとどまるので、除染技術の詳細については、EURANOSハンドブックに挙げられた重要な参考文献等を参照することが有用と考えられる。				
EURANOS参照元	ID: 32 表面除去と置換(道路と舗装された領域)					



技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
公共施設	道路	舗装板の裏返し	目的	居住区内の道路、舗装面、その他屋外の‘硬い’表面を持つ区域の汚染からの外部放射線の線量を減少させること、及び、これらの表面からの再浮遊物質の吸入による線量を減少させること。	適用対象が限定されているので、このオプションの採否は、有効性などの判断に基づいて決定されることになるだろう。 道路、舗装面の汚染からの放射線被ばくの影響を低減するオプションは、本方法以外にも幾つかあり、費用対効果などの観点から選択されることになると考えられる。	
			対策	対策の内容	石やコンクリートの舗装板を裏返しにする。汚染は舗装板の上面に付着しているのをこれを裏返しにするとこの汚染物からの放射線を遮蔽することができる。	
				汚染の拡大防止対策	裏返す前に舗装板を除去する際にダストが発生するので、再浮遊物質による障害を抑制するために、表面を湿らせるための散水又は固着性物質の使用(データシート34参照)をこのオプションの実施前に適用することが推奨される。	
				作業員の被ばく対策	主な被ばく経路は、作業中の外部被ばく及び粉塵の吸入による内部被ばくである。 個人用防護具による被ばく抑制が可能である。	防護服・防護具の具体的な仕様、作業員の被ばくを最少化するための作業手順などの検討が必要と考えられる。
			効果	除去する汚染量としてはわずか(舗装板の間のモルタルに付着した汚染のみ)である。 典型的には、中～高(エネルギー)γ線放出核種に対して、外部γ線量率は1/4～1/6に減少する。外部β線については、無視できる程度まで減少する。		
			適用対象の選定方法	石又はコンクリートの舗装板で舗装された表面(舗道と小道)	対象が石又はコンクリートの舗装板で舗装された道路などということでは、かなり限られた対象となり。適用可能な対象が限定される。	
			装置・技術・材料	特に必要な装置	- 掘削のための鍬または鍬に似た道具 - ミニ掘削機 - 設備装備を輸送するための運搬車	必要な装置は、具体的な適用対象の条件によって、施工の容易さや舗装板の破損可能性の観点から最適なものを選定することが望ましい。市販の装置からの調達で満足できない場合、新規の設計・製作の検討が必要になることも考えられる。
				特に必要な技術	ほんのわずかの教育・指導しか必要としないので、当局からの指導及び安全装置の準備後、自助的手段として私有地の所有者によって実施されることができる。	
				必要な安全対策	- グローブ - ゴーグル - ほこりっぽい条件では呼吸防護装置が必要となる可能性がある。	
			経済性	装置費用: €3/m <sup>2</sup> 消耗品: 舗装板を裏返す際に破損した場合は、舗装板の更新が必要になる。 労務費: €2/m <sup>2</sup> 作業時間: 1～6 m <sup>2</sup> /チーム・時間(チームは、2名。)	装置費用及び労務費用は、実際の除染システムの設計と運用に依存すると考えられ、実際の運用から得られる実態的な費用が経済性の評価の基盤となるべきである。	
			2次廃棄物	汚染物の量・種類	このオプションに伴う廃棄物は多くはないが、舗装板の間のモルタルは処分する必要がある。舗装板が破損した場合は、追加の廃棄物発生となる。	舗装板の破損が大量に起こる場合には、有意の量の汚染廃棄物が発生し得る。
				汚染物の取扱い方法	発生した廃棄物は貯蔵又は処分する必要がある。	廃棄物の一時貯蔵又は処分が必要である。最終的には、廃棄物の汚染レベルに応じた処分を行う必要がある。 裏返した舗装板の沈着汚染は、除去されることなくその場にとどまるので、その後の利用における制約条件となる。また、十分に減衰するまで、適切な管理を行う必要がある。
			その他特記事項	裏返し後の表面は明らかに見栄えが悪い。 もし舗装板を適切に再設置しないと事故が起こり得る。これは、地方当局に対する訴訟につながる可能性がある。 舗装板は、将来に再度裏返されてはならない。 非常に小規模の試験が行われたのみであるが、本オプションの有効性は計算によって示すことができる。	文献11には、このオプションを大規模に適用することの実現可能性について、やや疑問とするコメントが記載されている。大規模施工の実現可能性についての検討が必要と考えられる。 このオプションは汚染を除去するものではなく、裏返した舗装板の下に閉じ込め、遮蔽するだけなので、その状態を長期的に維持する必要があること、裏返した舗装板の表面状態が悪い可能性があることなどが、実用上の課題となると考えられる。 EURANOSハンドブックの記述は、概略的な記述にとどまるので、除染技術の詳細については、EURANOSハンドブックに挙げられた重要な参考文献等を参照することが有用と考えられる。	
EURANOS参照元	ID: 33					

技術例		項目	文献調査 <sup>1)</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)																																																																							
公共 施設	道路	汚染物質の強制固着 (Tie-down)	目的	短期又は長期的に居住地域内の道路、舗装地域、その他の屋外地域からの放射性物質の再浮遊による吸引ひばく線量を低減する(内部被ばくの防止)。粉塵や埃が生じやすい環境において様々の除染を行う場合に、その作業過程で放射性物質を含む粉塵や埃の再浮遊が増大することを防ぐためにも用いられる。	・放射性粉塵の再浮遊を防止するが、永久的な除染ではないので、あくまで住民の被ばく低減を目的とする応急処置として用いる技術である。																																																																						
			対策の内容	水、砂、又はアスファルトが屋外の硬い表面の上に汚染を強制固着させるのに有効である。実施手順は、強制固着する対象区域の面積と、水、砂、アスファルトの内、どの強制固着物質を選択するかによって決まる。 一水(当面の一時的な強制固着):この水を使うオプションは湿度の高い天候では有効ではない。水は運搬車に装備された長いアーム付きの散水機から撒かれる。この散水により放射性粒子と舗装表面の間に半月状の水滴構造が形成され、このメニスカスの表面張力によって放射性粒子の再浮遊を防ぐことができる。 一砂(当面の一時的な強制固着):小面積の汚染地に対しては、砂は舗装表面へ人力で散布する。広い面積の汚染地に対しては、直径約1mmの砂を回転動力散布機を装備した運搬車により舗装表面に散布する。 一アスファルト(永久的な強制固着):小面積の汚染地に対しては、手動小型噴霧器付きの牽引運搬車に載せたアスファルト散布機を用いて熱したアスファルトを舗装表面に散布する。この散布作業には、4輪駆動車により移動可能な2~3m <sup>3</sup> 容量のタンクが必要である。このアスファルト被覆は永久的なものとなる。広い面積の汚染地に対しては、汚染された表面に対して、大容量のアスファルト表面舗装機械を用いて熱したアスファルトを散布する。この両方のケースにおいて、もし対象表面が湿っているならば、アスファルト乳化剤を用いる必要がある。アスファルトを散布する場合は、散布計画書には、アスファルトで覆われる汚染地内にある鉄製部品など(例えば下水管や樋等)の存在を記載しておくべきである。 一剥離性表面被覆材を用いると、その被覆材が残存する期間内では再浮遊の危険を防ぐ効果がある。 一長期又は短期の強制固着を完全に保持するためには、繰り返しこの処理を適用することが必要である。	・散水あるいは砂の散布は、現況の福島では適用しにくい方法である。散水は、放射性物質を含む水が地下へ浸透して地下水を汚染する。砂は放射性物質を含む粉塵の発生を起す可能性がある。 ・水や砂とは異なり、容易に剥離しないアスファルトは汚染を固着させるのに効果があると考えられる。またその施工方法も通常のアスファルト舗装施工やアスファルト舗装道路の修復と同じ工法が採用できるので、特別な技術は不要で、すぐにでも採用でき、かつ安価な方法である。																																																																						
			汚染の拡大防止対策	下欄の"必要な安全対策"に、水による汚染の拡大について記載している。	散水法は地下水を汚染させるので集水対策等が必要。																																																																						
			作業員の被ばく対策	水を使う作業時には耐水性の衣服を推奨する。アスファルト適用作業時には手袋とつなぎ服を推奨する。	特に作業員のひばく防止対策の必要はない。																																																																						
			効果	・この方法では、舗装表面の除染効果はない(DF:1)が、将来、強制固着物を除去する場合に、固着物とともに放射性物質がある程度除去される可能性はある。 ・汚染地の表面線量率は低減される。強制固着物が残存する間は、表面近傍での外部β線量率は減少する。その減少はβ線放出のエネルギーと強制固着物の種類とその厚みに依存する。砂(2mmφ)はβ線量率の低減に最も効果的である。アスファルト(1mmφ)と水(1mmφ)はこれよりは効果が少ない。例えば、強いβ線放出核種であるSr-90とその娘核種のY-90の場合は、砂で90%、アスファルトで70%、水で45%のβ線量率減少が期待される。この方法では、外部γ線の線量率を減少させるのには効果的でない。	・アスファルト舗装は、汚染物の再浮遊防止には大きな効果がある。 ・アスファルトではγ線の遮へい効果はないが、β線の遮へい効果については、左記の文献に記載されているように砂よりは劣るが、70%の低減が期待される。																																																																						
			適用対象の選定方法	堅い屋外表面(道路、歩道、小道、裏庭、運動場等)に適している。放射性核種としては再浮遊物質からの吸入線量を増やすアルファ放出放射性核種に適している。場所的には、いかなる広さにも適用可能である。実施時期にはについては、汚染の沈着直後が被ばく防止の面からは最大の効果を上げる。気候的には、凍結する場所では水の散布は不可で、また気温が5℃以下ではアスファルト散布は適さない。	簡易な方法であるので、道路、広場、学校や工場の敷地などにアスファルト舗装の施行が適している場所の内、早急に汚染の固着が必要な場所への適用が効果的である。																																																																						
			装置・技術・材料	特別に必要な装置	必要とされる設備・装置は強制固着物質に依存する。水の場合は動力付き道路清掃車が必要で、砂の場合は牽引車、付属散水機、積み込み機等が必要で、アスファルトの場合は、熱アスファルト散布機または低温乳化剤散布機が必要である。また、すべての場合において、設備装置を輸送するための運搬車が必要である。	・アスファルト舗装設備一式が必要。																																																																					
			特別に必要な技術	設備や装置を運転するための技能を持つ人材が必要である。	・アスファルト舗装になれた技術者・作業員が必要。																																																																						
			必要な安全対策	事前及び作業中の注意事項としては、水源に繋がる水の主配管への接続作業を行う作業員が、他の汚染物や放射能を含む水タンクからの水をそこに逆流させないこと、あるいは水貯槽内で安定して沈降している沈殿物を掻き回すようなやりかたで給水栓を操作するなどの不注意で供給水の汚染を起させないことなどである。	・アスファルト舗装における通常の安全対策。																																																																						
			経済性	<table border="1"> <thead> <tr> <th>介入コスト(単位:ユーロ)</th> <th colspan="3">強制固着:水</th> <th colspan="3">強制固着:砂</th> <th colspan="3">強制固着:アスファルト</th> </tr> <tr> <th></th> <th colspan="3">小さな面積</th> <th colspan="3">大きな面積</th> <th colspan="3"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>設備費用</td> <td>3x10<sup>4</sup>€/m<sup>2</sup></td> <td>2x10<sup>4</sup>€/m<sup>2</sup></td> <td>8x10<sup>4</sup>€/m<sup>2</sup></td> <td>3x10<sup>4</sup>€/m<sup>2</sup></td> <td>0€/m<sup>2</sup></td> <td>0€/m<sup>2</sup></td> <td>3x10<sup>4</sup>€/m<sup>2</sup></td> <td>0€/m<sup>2</sup></td> <td>0€/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>消耗品</td> <td>0€/m<sup>2</sup></td> <td>2x10<sup>4</sup>€/m<sup>2</sup></td> <td>1x10<sup>4</sup>€/m<sup>2</sup></td> <td>0€/m<sup>2</sup></td> <td>0€/m<sup>2</sup></td> <td>0€/m<sup>2</sup></td> <td>0€/m<sup>2</sup></td> <td>0€/m<sup>2</sup></td> <td>0€/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>労務費</td> <td>1x10<sup>4</sup>€/m<sup>2</sup></td> <td>1x10<sup>4</sup>€/m<sup>2</sup></td> <td>5x10<sup>4</sup>€/m<sup>2</sup></td> <td>1x10<sup>4</sup>€/m<sup>2</sup></td> <td>0€/m<sup>2</sup></td> <td>0€/m<sup>2</sup></td> <td>1x10<sup>4</sup>€/m<sup>2</sup></td> <td>0€/m<sup>2</sup></td> <td>0€/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>作業時間</td> <td>3x10<sup>4</sup>チーム・時間</td> <td>5x10<sup>4</sup>チーム・時間</td> <td>1x10<sup>4</sup>チーム・時間</td> <td>3x10<sup>4</sup>チーム・時間</td> <td>0チーム・時間</td> <td>0チーム・時間</td> <td>1x10<sup>4</sup>チーム・時間</td> <td>0チーム・時間</td> <td>0チーム・時間</td> </tr> <tr> <td>チームサイズ:1名</td> <td></td> <td>チームサイズ:2名</td> <td>チームサイズ:2名</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	介入コスト(単位:ユーロ)	強制固着:水			強制固着:砂			強制固着:アスファルト				小さな面積			大きな面積						設備費用	3x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	2x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	8x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	3x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	3x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	消耗品	0€/m <sup>2</sup>	2x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	1x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	労務費	1x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	1x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	5x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	1x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	1x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	作業時間	3x10 <sup>4</sup> チーム・時間	5x10 <sup>4</sup> チーム・時間	1x10 <sup>4</sup> チーム・時間	3x10 <sup>4</sup> チーム・時間	0チーム・時間	0チーム・時間	1x10 <sup>4</sup> チーム・時間	0チーム・時間	0チーム・時間	チームサイズ:1名		チームサイズ:2名	チームサイズ:2名							・我が国では、アスファルト舗装は安価である。対象場所と広さがわかれば、直ぐにコストを算定できる。【参考】アスファルトの単価:7,000~9,000円/t
			介入コスト(単位:ユーロ)	強制固着:水			強制固着:砂			強制固着:アスファルト																																																																	
				小さな面積			大きな面積																																																																				
設備費用	3x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	2x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	8x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	3x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	3x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>																																																																		
消耗品	0€/m <sup>2</sup>	2x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	1x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>																																																																		
労務費	1x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	1x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	5x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	1x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	1x10 <sup>4</sup> €/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>	0€/m <sup>2</sup>																																																																		
作業時間	3x10 <sup>4</sup> チーム・時間	5x10 <sup>4</sup> チーム・時間	1x10 <sup>4</sup> チーム・時間	3x10 <sup>4</sup> チーム・時間	0チーム・時間	0チーム・時間	1x10 <sup>4</sup> チーム・時間	0チーム・時間	0チーム・時間																																																																		
チームサイズ:1名		チームサイズ:2名	チームサイズ:2名																																																																								
2次廃棄物	汚染物の量・種類	水による強制固着の場合:0.3kg/1m <sup>2</sup> 、砂による強制固着:1~2kg/1m <sup>2</sup> 、アスファルトでは廃棄物は発生しない。 ・廃棄物の種類としては、「水と粉塵」及び「砂と粉塵」で、強制固着物質の散布厚みに応じて廃棄物の発生量が決まる。 ・一時的な強制固着に使用され、後に除去された固着物質は汚染されているので、通常の産業廃棄物の経路で処分する際には監視が必要である。 ・アスファルト層が将来取り除かれる場合の典型的なアスファルト廃棄物の発生量は1~2kg/m <sup>2</sup> が見込まれる。	・左記の文献に記載されているようにアスファルト舗装では、二次汚染廃棄物は発生しないので優れた方法である。																																																																								
汚染物の取扱い方法	将来アスファルト材を剥がす際には汚染が付着しているので放射性廃棄物として扱う必要がある。	・アスファルト舗装は、工事を繰り返して、長期に保持することが廃棄物の発生もよく待たせている。																																																																									
その他特記事項	・居住地の汚染に対してこの方法を適用した場合の実証例はない。	文献では市街地の実証例はないが福島で試す価値はある。																																																																									
EURANOS参照元	ID:34 強制固着(放射能汚染した表面に汚染を固定する)																																																																										

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
工業施設	小型機器工器具類	化学除染と併用する超音波除染	目的	・工業分野で働く作業員の安全性の復活(確保)	・日本では主に管理区域等から出す物品の除染に適用される。	
			対策	対策の内容	化学除染液を満たした洗浄槽の中で超音波(20kHz以上の周波数)を発振させ、特殊な変換器により、高周波エネルギーを同一の周波数で低振幅の振動に転換することにより、スクラビング(汚染の剥ぎ取り)を起こさせ、同時に液中で発生する数千の微細な気泡により、汚染物品表面に付着していた放射性物質を浮上分離させて除染を達成する。	・二次廃棄物となる除染液の発生量は最低限にすべきで、その観点からは超音波の併用は効果的と考える。液温アップも効果的な場合がある。
				汚染の拡大防止対策	この超音波除染では、反応性のある薬剤の効率的なリサイクルが必要である。何故なら除染作業に伴って発生する生成物(使用済み除染液)を適切に再使用しない場合は、取り扱いが困難な大量の液体二次廃棄物を発生させるからである。なお、この除染作業に用いる道具類が汚染された場合は、このプロセスを繰り返して適用する必要がある。	・除染液をリサイクルして使うとしても処理・処分が困難な液体廃棄物の発生は協力避けるべきで、他の乾式除染(拭き取り、振動、打撃等)では、どうしても目的の除染係数が得られない場合に適用することが望ましい。
				作業員の被ばく対策	防水服、手袋及び保護眼鏡が必要である。呼吸時の吸引防護も考慮すべきである。除染作業が屋内で実行される場合は、適切な換気装置を設置しなければならない。何故なら除染槽は通常は大気に開放されているからである。	・左記の保護具以外に個人線量計の装備が不可欠である。
			効果	・工業分野で使用されている金属性物品の汚染から起こる外部被ばく及び皮膚接触被ばくを低減することができる。道具や物品を除染することができる。 ・金属表面における除染係数の期待値は、90~99% ・工場の中で働く公衆が受ける線量は、道具類を使用する時間によるところが大きいため、回避線量の評価は一切なされてはいない。	・小サイズの金属類では文献記載の通り、除染効果は高いと期待できる。	
			適用対象の選定方法	・屋内及び屋外に保管されている汚染された金属製の道具類。まだ使用可能な中古品や代替品へ置換え不可の中古品等に適用するのがよい。コンクリートやプラスチック類には超音波併用は推奨できない。	・我が国では、原子力施設の管理区域内で汚染された小型機器、工器具類、比較的小サイズの金属材の表面除染に用いられることが多い。今回の事故では、工場等の建屋内にあった機器類の汚染は少ないので、この除染技術の適用が必要となるケースは少ないと思われる。	
			装置・技術・材料	特に必要な装置	・超音波振動機(発振機)と振動タンク、水槽、装置の運搬車	・左記のものがあればよい。
				特に必要な技術	除染作業の熟練工が必要である。	・熟練工の確保が望ましいが、困難な場合は作業員に操作を習熟させる。
				必要な安全対策	・作業員の被ばく防止対策と同じ。 ・液体二次廃棄物による環境汚染対策が必要である(二次廃棄物の欄参照)	作業員への放射線安全と化学物質取扱い上の教育が必要。
			経済性	<ul style="list-style-type: none"> <li>溶媒材料による変動コスト</li> <li>(Alconox: 170ユーロ/22kg, 800ユーロ/136kg; Conrad 70: 300ユーロ/20ℓ, 1600ユーロ/200ℓ)が商品価格として適用される。</li> <li>装置と運搬のための電力と燃料: 現行価格による。</li> <li>ろ過材料(廃棄物処理用)(例TYPAR-0.14mm孔径のポリマー繊維織り材料): 0.5ユーロ/㎡。イオン交換樹脂(廃棄物処理): 価格は材料の種類によってかなり異なり、イオン交換樹脂は、10~100ユーロ/kg(1kgの樹脂で40㎡の廃溶液を処理)</li> <li>処理時間: 一般的には10~90分/1処理。ただし、タンクの中に設置される部品の数に依存する。</li> <li>なお、以下の要素がこの除染処理を実行する時間、ひいては労務費に影響する。</li> <li>使用される装置類</li> <li>廃棄物処理の方法</li> </ul>	・左記では、二次廃棄物の処理処分費用が記載されていないが、福島ではそれを加味した経済性の検討が必要。	
			2次廃棄物	汚染物の量・種類	二次廃棄物の発生量は、タンクのサイズ(一般的には、3~25ℓのタンクが使用される)に依存する。超音波除染の最大の欠点は、液体廃棄物が発生することである。この除染方式を選択する際には、廃液処理(ろ過)と二次廃棄物の調製(処分への適合化)において、適用可能な適切なプロセスが必要となる。	・左記の廃棄物に加え、二次液体廃棄物の処理により、凝集スラッジやイオン交換樹脂等の三次廃棄物が発生する。
				汚染物の取扱い方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>以下のような廃棄物処理を考える必要がある。</li> <li>より粗い粒子に対する簡易ろ過</li> <li>主に蒸発濃縮法が凝集沈殿法又はイオン交換法による除染溶液からのイオンの除去</li> </ul>	・除染液の液性や液中の放射性物質の種類や特性によっては、イオンとコロイド状の放射性物質を同時に浮上分離して回収するコロイド吸着浮上分離法が適用できる可能性がある。
			その他特記事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業員が被ばくする可能性がある被ばく経路には以下のものがある。</li> <li>環境と汚染された機器からの外部被ばく</li> <li>ダストの吸引に結びつく再浮遊放射性物質の増加</li> <li>作業員の手からの不注意による粉塵摂取</li> <li>ただし、これらの被ばく経路からの被ばくは、個人用保護具(PPE)の使用により抑制可能である。。</li> <li>廃棄物の運搬と処分からの被ばく経路は含まない。</li> </ul>	・福島の一般環境修復にはそれほど適用される機会は少ないと思われるが、福島第一発電所内の破損機器や金属瓦礫の片付けに伴って発生する高汚染金属廃棄物の前処理には有効であると思われる。	
EURANOS参照元	ID: 53 化学除染と併用する超音波処理					

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
特殊 建物	工場 等の 換気 シス テム	汚染換気シ ステムの浄化	目的	・工業用換気システムの汚染に起因する外部被ばくを低減すること。	工場・ビル等の換気系や家庭用換気扇の汚染除去。	
			対策	対策の内容	チェルノブイリ事故では、換気システムが重大な汚染に見舞われ、それを除染するのは容易ではないことがあきらかになっている。除染の方法には、吸引除染と化学剤による洗浄除染がある。また、狭い換気用ダクトの中に対しては、電動回転ブラシを用いる除染法を適用できる可能性がある。大口径(約50cm)のチャンネル(回廊)除染の際にダクトの中に入る作業員は、通常は'NORCLEAN'工業用真空掃除機を携行して入る必要がある。代替的な方法としては、換気システムを開放し、高圧洗浄水を放水する方法もある。	・事前の汚染状況の把握が重要。局部汚染が系全体の汚染かを見極める。その上で汚染部分の規模、形状、位置などを考慮して、掃除機吸引法か回転ブラシによる剥ぎ取り法かを定める。高圧放水洗浄は二次液体廃棄物発生観点からできる限り避けるのが肝要。家庭用換気扇は通常の油汚染の掃除と同じ方法で除染可能と思われる。
				汚染の拡大防止対策	・換気系の汚染を除去するとともに、建物内における二次的な汚染拡大を防止することができる。また、この除染システムでは、汚染が拡大する懸念はなく、このシステムを再度適用して再除染を行う必要があるようなケースはほとんどない。	・効果的に換気系を除染すれば二次汚染の懸念はなく、工場やビル内の被ばくを低減できる。
				作業員の被ばく対策	防水安全服や呼吸時の吸引被ばくを防止するための防護具を装備しておく必要がある。	・作業員の防塵マスク着用は不可欠。個人線量計も必要。
			効果	・高圧水放水では、除染レベルの低減は、80～97%の除染効果が期待できる。あるいは、吸引/ブラッシングによって、80～90%の除染効果が期待できる。	・除染効果に差がないので、高圧水洗浄は、吸引除染などでは効果が出ない場合のみのオプション採用が望ましい。	
			適用対象の選定方法	・高いレベルに汚染している中規模の工業用換気システムへの適用が効果的である。 ・汚染が沈着した後は、できるだけ早くこの方法で除染することが最大の効果を上げるが、汚染発生後にある程度の年数を経て、この除染を実行した場合でも汚染のレベルを低減する上では有意な効果が得られる。	左記の文献記載通り、福島でも汚染が沈着・固化する前に早急に除染することが肝要である。	
			装置・ 技術・ 材料	特に必要な装置	ブラシ、真空設備、ダスト捕獲フィルター及び/又は'NORCLEAN'タイプの工業用真空掃除機及び/又は高圧水洗機。研磨機やその他の手工具類が必要になることもある。	左記のものがあればよいが、研磨機などのハンド工具は配管内で配線コードを汚染させないために充電タイプ等が望ましい。
				特に必要な技術	熟練工が必要。一般に工業用洗浄を行う会社は、必要な経験・技術を備えている。	熟練工が必要なので、専門業者への委託が望ましい。
				必要な安全対策	高層の建屋では、換気装置が高い場所に設置されているので、安全ベルト(命綱付き)が必要である。安全ヘルメットは必要。	高所作業の安全対策に加えて、酸欠や熱中症にも配慮した安全対策を講じる。
			経済性	装置類のコスト ・ブラシ、真空設備、ダスト捕獲フィルター:合計で約6,000ユーロ ・'NORCLEAN'タイプの工業用真空掃除機:附属品を含めて約7,000ユーロ 高圧水洗浄機:約3,000ユーロ 研磨機及び他の手工具:約1,000ユーロ その他に必要に応じて足場架台やリフトの変動コストがかかる。 消耗品のコスト ・高圧洗浄では、1分間当たり25ℓの水を使用 ・電力(380V)、圧縮空気、運搬機械の燃料の費用は現行価格。 ・高圧洗浄用のアルカリ性洗剤:約100ユーロ/100ℓの洗剤(2500ℓの洗浄水を作るのに十分な量) ・Alconox:170ユーロ/22kg、800ユーロ/136kg; ・Conrad 70:300ユーロ/20ℓ、1600ユーロ/200ℓ ろ過材料(廃棄物処理用)(例TYPAR-0.14mm孔径のポリマー繊維織り材料):0.5ユーロ/㎡ ・イオン交換樹脂(廃棄物処理):価格は樹脂の種類によってかなり異なり、イオン交換樹脂は、10～100ユーロ/kg(1kgの樹脂で40㎡の廃液を処理) その他に足場架台と可動式リフトが必要な場合や異なるタイプの除染法を適用する必要がある場合は除染処理の時間と労務費が増加する。	左記の費用はあくまで事例であるので、これを参考にして、対象場所、部位、汚染面積等のデータに基づき、除染業者に見積をさせれば概略のコストが算定できる。	
			2次 廃棄物	汚染物の量・種類	50～100g/㎡(汚染面積)の固体廃棄物が発生する。固体廃棄物の汚染レベルは、約10～20kBq/㎡である。	福島の場合も固体廃棄物の発生量は左記の文献値が目やすになる。その放射能レベルは元の汚染状況による。
				汚染物の取扱い方法	乾燥した廃棄物は、比較的処分が容易な真空ろ過機で集塵される。高圧洗浄で発生する湿潤している廃棄物は、ほとんどの場合、工業用真空掃除機で集められ、ろ過されるので、水は浄化され、スラッジだけが残る。	集塵した固体廃棄物は当面保管し、国が今後定める基準に従い、廃棄物の放射能濃度に応じた適切な埋設処分を適用する。
その他特記事項	・この除染法の適用によって発生する廃棄物の処分あるいは貯蔵は、ある程度環境影響を与えるが、廃棄物処分ルート管理に関連する認可(法規制)によりこの影響は最小化される。除染作業時に電気部品は撤去していないと損傷を蒙る。装置類の寿命低下は除染時の機械的衝撃に依存する。 ・この除染法はチェルノブイリの事故のあとで、CIS(旧ソビエト連邦の12カ国で形成された国家連合体)及びヨーロッパにある多くの工業用建物で試験された実績がある。	・換気系の除染に高圧水放水洗浄を用いるのは好ましくないとと思われるが、頑固な汚染に対してやむえず適用する場合は、洗浄後に発生するスラッジ処理システムを設置することが肝要である。これを汚染場所毎に設置するとコスト高になるので、特定のエリアに集中処理システムを設置することが望ましい。				
EURANOS参照元	ID: 54 汚染(工業活動によるもの)した換気システムの浄化					

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
特殊建物	化学的除染	目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建屋内の金属表面、プラスチック表面、コーティング表面の外部被ばくの低減</li> <li>・汚染を拡大することなく除去すること</li> <li>・粉塵のある環境において放射性物質の再浮遊による被ばくを低減すること</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建屋内の床、機器・機具等の表面の除染、建屋内の内壁、外壁にも適用可能</li> <li>・開放系で水、洗剤、酸等の化学的除染剤を用いる場合は除染剤の飛散に留意が必要</li> <li>・放射性物質の残留の有無を確認した方がよい</li> </ul>	
		対策の内容	<b>金属表面</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・化学溶液を使用する洗浄であり、表面の酸化又は還元と、キレート化(溶解)と耐腐食性化(汚染が除かれた後の表面層の耐腐食性)を行う。</li> <li>・除染すべき部位により、静的(流れがない)手順と動的(流れがある)手順がある。動的手順は、内部汚染と近づきにくい表面汚染の除去に有効である。</li> <li>・腐食性のない薬剤を用いるソフト技法と、腐食性薬剤を用いるハード技法がある。通常、活性薬剤の濃度で約1m/m%(1%)で区別する。</li> </ul> <b>プラスチックおよびコーティング表面</b> 除染は、洗剤による洗浄と化学薬品による洗浄による多段階の過程により行われる。化学薬品による洗浄は主にマイルドな化学物質を使用する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最初はなるべく表面を浸食しないマイルドな除染剤を用いる。</li> <li>・例えば、まず水または薄い中性洗剤を開放系で除染する。</li> <li>・効果がない場合はキレート形成剤を用い、それでも効果がない場合は10%硝酸溶液等の酸を用いる。</li> </ul>	
		汚染の拡大防止対策	化学除染は、薬剤をフィルターシステムの中で循環させている。手道具や機械部品などの除染は、それらを浸漬液槽の中に浸漬する。作業後に再汚染が発生するようなことはめったにない。	除洗剤溶液の飛散防止対策が必要(特に除染剤をつけた布等で表面をふき取る場合)	
		作業員の被ばく対策	労働者の被ばく経路は以下の通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・環境及び汚染機器からの外部被ばく</li> <li>・ダスト吸入による被ばく</li> <li>・作業者の手による不注意なダストの摂取</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境や汚染物からの外部被曝</li> <li>・放射性物質や除染剤の飛散・吸引による内部被曝</li> </ul>	
		効果	<b>金属表面</b> ソフト技法の場合:50~99%の除染率 ハード技法の場合:90%以上100%の除染率 <b>プラスチックおよびコーティング表面</b> 90~99%の除染率	除染剤溶液を循環させて金属表面を除染する場合の除染率は平均して95~99%程度である。	
		適用対象の選定方法	建屋の汚染された汚染された金属、プラスチック、セラミックス、ガラス、コーティングの各表面、及び、機械(工具)部品。ただし、超音波振動はコンクリートやプラスチック類には推奨できない。	材質、汚染レベル、浸食程度に応じて除染対象及び除染剤を選定する。一般的には、金属類、ガラス類、ペイント塗装面、プラスチック類が対象となる。	
		装置・技術・材料	特別に必要な装置	高圧水洗浄機。散水機、手作業工具(スポンジ、ブラシ、布)、タンク	左記の他に、洗浄槽、防水性の服・手袋(手作業時)など
			特別に必要な技術	腐食技術、廃棄物発生/除去技術、化学除染技術に関する知識と経験を持つ熟練工。(工業的に除染を行うような会社には、要求される技術あり)	除染剤に関する知識
			必要な安全対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高所作業においては、安全帽と安全帯</li> <li>・防水安全服</li> <li>・呼吸保護具</li> <li>・適切な換気装置</li> </ul>	除染剤の飛散防止
		経済性	設備費用(€):2000~4000 消耗品(€):0.5~10/m <sup>2</sup> (化学薬剤) 化学除染廃棄物の処理費用(€):0.5/m <sup>2</sup> (フィルター材、例えば、TYPAR-0.14mmの孔径である繊維) イオン交換樹脂(€):10~100/kg(1kgの樹脂で40m <sup>3</sup> の廃溶液を処理) 作業時間:2~6m <sup>2</sup> /チーム・時間、および足場架台やリフトの設置時間	除染剤は、その種類に依存するが、それほど高価なものではない	
		2次廃棄物	汚染物の量・種類	液体廃棄物:5~30L/m <sup>2</sup> 除染生成物や化学除染剤を効率的に処理しないと、液体と固体の混在した廃棄物が発生する可能性がある。	少量の除染剤での効果的除染、除染廃液の減容(再利用、分解等)、放射性廃棄物の処理処分などについても考慮して、廃棄物発生量を低減させることが望ましい。
			汚染物の取扱い方法	(記載なし)	液体廃棄物を一時保管する場合、使用した化学薬剤に応じた耐腐食性材料でできた容器に保管する。容器は密閉型か換気設備の整った場所での保管が望ましい。密閉型の場合、液体内での化学反応、および放射性分解によるガス発生に留意すること。
その他特記事項		特になし	特になし		
EURANOS参照元		ID: 56 金属表面の化学的除染、 57 プラスチック及びコーティング表面の化学除染			

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

2: [http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat\\_detail.php?Title\\_No=09-04-10-10](http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=09-04-10-10)3: [http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat\\_detail.php?Title\\_No=05-02-02-04](http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=05-02-02-04)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
特殊建物	ポリマーペースト	目的	・建屋金属表面からの外部線量の低減 ・汚染を拡大することなく除去すること	・コンクリート、ゴム、ガラス、木材、ビニール、セラミック等にも適用可能 ・除染後のポリマーを焼却する場合にはオフガス処理が必要	
		対策	対策の内容	液体またはゲル状のポリマーペーストを汚染表面に塗り、乾燥後、手ではぎ取る。、簡単で、素早くでき、最少の機器と労力しか必要としない。	ポリマーの種類や除染対象物の材質、表面状態によっては乾燥や剥ぎ取りに長時間を要する
			汚染の拡大防止対策	上記方法を繰り返すことによっても、汚染が広がっていくことはない。	ポリマー塗布時の汚染物質からの放射性核種の飛散対策。 ポリマー剥離後の放射性核種やポリマー破片の飛散対策。
			作業員の被ばく対策	労働者の被ばく経路は以下の通り。 ・環境及び汚染機器からの外部被ばく ・ダスト吸入による被ばく ・作業者の手による不注意なダストの摂取。 ・換気システム、特にフィルターに蓄積された汚染による外部被ばく ・コーティング剥離のための手作業による外部被ばく	左記の内、特に、ポリマー塗布・剥離時に汚染物質に接近するため注意が必要。 また、剥離後のポリマーの保管・処理・処分時にも注意が必要。
		効果	表面の汚染物質の低減 除染率: 75-97 %	ポリマーの種類や除染対象物の材質、表面状態に依存。 文献2によれば、多くのテストで100%近い除染率が得られているとのこと。	
		適用対象の選定方法	建屋の表面の汚染された金属表面と機械部品。例えば、換気システム、工具、装置。	コンクリート、ゴム、ガラス、木材、ビニール、セラミック等、ほとんどの一般的な建材に適用可能	
		装置・技術・材料	特に必要な装置	特になし	水溶性ポリマーを使用する場合、乾燥までの間に雨や水がかからないような対策が必要
			特に必要な技術	特になし(工業的に除染を行うような会社には、要求される技術あり)	特になし(塗布及び剥離、特に剥離に習熟が必要)
			必要な安全対策	・換気装置が高所に取り付けられているような場合には、安全帯、ヘルメット ・呼吸保護具	マスク、呼吸保護具
		経済性	薬品(€): 0.4~0.7 kg/m <sup>2</sup> (ペースト) 作業時間: 2~6m <sup>2</sup> /チーム・時間、足場を据え付けるための時間	1リットルあたり 0.61 m <sup>2</sup> ~ 2.45 m <sup>2</sup>	
		2次廃棄物	汚染物の量・種類	固体廃棄物: おおよそ0.2~1.8 kg /m <sup>2</sup>	水洗に比べて汚染廃棄物の容量を約90%削減可能
			汚染物の取扱い方法	(記載なし)	汚染廃棄物(除染後ポリマー)は、たたんで密閉容器内に保管
		その他特記事項	特になし	福島第一原子力発電所事故にも適用されている(文献2)	
		EURANOS参照元	ID: 58 金属表面での剥離可能なポリマーペーストの適用		

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

2: <http://www.decongel.com/jp/>

3: <http://www.bartlett-nuclear.com/products-technology-contamination-control-coatings-stripcoat-tlc.htm>

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
特殊建物	電気化学的 除染	目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建屋金属表面、機械、工具からの外部線量の低減</li> <li>・汚染を拡大することなく除去すること</li> </ul>	金属等の導電性汚染物の表面近傍の放射性核種を電気化学的に除去(酸化還元反応を利用した除染も電気化学的除染の一種であるが、ここでは電解研磨除染技術について述べる)	
		対策	対策の内容	電気化学除染とは電界での除染を追加した化学除染である。直接通電させることにより、アノード溶解により金属と酸化被膜が除去される。鉄合金(ステンレスを含む)、銅、アルミニウム、鉛、モリブデンなどの伝導性表面から、放射性核種の汚染を除去する。	電解研磨により金属表面を溶解することにより、表面近傍の放射性物質を金属から除去する。除染溶液としては通常希硫酸、リン酸等が用いられる。
			汚染の拡大防止対策	汚染した機器を電解槽へ浸漬する、または、汚染を除去するためのパッドを表面に取り付けるなどにより電気化学除染を行い、電解質は連続的に再循環し再生する。この方法を繰り返すことによっても、汚染が広がっていくことはない。	電解除染槽の密閉性、除染液漏洩対策、除染液移送・貯蔵・処理時の漏洩・飛散対策
			作業員の被ばく対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・労働者の被ばく経路は以下の通り。</li> <li>・環境及び汚染機器からの外部被ばく</li> <li>・ダスト吸入による被ばく</li> <li>・作業者の手による不注意なダストの摂取。</li> <li>・酸溶液の交換作業、部品の浸漬作業、電極パッドの取扱い作業。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境や汚染物からの外部被曝</li> <li>・放射性物質や除染剤の飛散・吸引による内部被曝</li> </ul>
			効果	<p>表面の汚染物質の低減</p> <p>除染率:&lt;100 %</p>	<p>比較的短時間に高い除染効果が得られる(単純形状の場合)</p> <p>超ウラン元素で汚染した金属廃棄物のばあい、99.9%程度の除染率が得られる(文献3)</p>
		適用対象の選定方法	機械や道具の汚染された特殊部品の金属表面。	金属表面	
		装置・ 技術・ 材料	特に必要な装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再循環のための電解研磨システム。</li> <li>・タンクを電解研磨する場合、電解質、電極、および除染すべき部品または構造物を入れるタンク、除染後の部品を水洗するために必要な水を入れるタンクが必要。</li> <li>・除染のために冠水させた機器には、電流を流すために電極として可動パッドが必要。</li> <li>・電解質から出てくる蒸気を制御するため、回収フードを設置する。</li> </ul>	電解研磨システム
			特に必要な技術	電気化学の技術に熟達した熟練工	電気化学的知識
			必要な安全対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヘルメット、防水安全服、呼吸保護具</li> <li>・屋内の浄化に関しては、通常タンクは空気に対してオープンなため、適切な換気装置</li> </ul>	左記の他に感電防止措置
		経済性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機器費用(€): <math>4 \times 10^5 \sim 6.5 \times 10^5</math>(電解研磨装置)、<math>1.5 \times 10^5 \sim 2 \times 10^5</math>(電解研磨モジュールのみ)</li> <li>・消耗品(€): 0.5~10/ m<sup>2</sup>(化学物質)、0.5/ m<sup>2</sup>(フィルター材)、10~100/kg(イオン交換樹脂)</li> </ul>	除染液はそれほど高価なものではない	
		2 次 廃 棄 物	汚染物の量・種類	<p>液体廃棄物量: おおよそ5-15ℓ / m<sup>2</sup></p> <p>液体/固体の混在廃棄物: ろ過材、凝集剤、イオン交換材</p>	少量の除染剤での効果的除染、除染廃液の減容(再利用、分解等)、放射性廃棄物の処理処分などについても考慮して、廃棄物発生量を低減させることが望ましい。
			汚染物の取扱い方法	(記載なし)	液体廃棄物を一時保管する場合、使用した化学薬剤に応じた耐腐食性材料でできた容器に保管する。容器は密閉型か換気設備の整った場所での保管が望ましい。密閉型の場合、液体内での化学反応、および放射性分解によるガス発生に留意すること。
			その他特記事項	特になし	特になし
EURANOS参照元		ID: 59 金属表面の電気化学除染			

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

2: [http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat\\_detail.php?Title\\_No=05-02-02-04](http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=05-02-02-04)3: <http://jolissrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/pdfdata/JAERI-M-90-208.pdf>

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
瓦礫	可燃物	焼却	目的	焼却によりガレキ体積を減容する。		
			対策の内容	焼却施設においてガレキを焼却する。		
			対策	汚染の拡大防止対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ガレキの集積、積込み、搬送における汚染物の飛散防止のため水を散布する。</li> <li>・焼却により汚染物質が飛灰に移行し排ガス中に含まれるため、排ガスに含まれる飛灰を捕集するための設備が必要がある。</li> <li>・捕集した飛灰は、汚染物質が濃縮して高い放射能濃度になっている可能性がある。</li> </ul>	
				作業員の被ばく対策	<p>作業員が被爆する被ばく経路は、以下のものがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ガレキ積込み、搬送時のガレキ、汚染した機器および周辺からの外部被ばく</li> <li>・ガレキから浮遊した汚染物質の吸入</li> <li>・作業員の両手からほこりを無意識に摂取</li> </ul> <p>・焼却装置、焼却灰回収容器からの外部被ばく</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・焼却灰の回収時に、その表面から浮遊した汚染物質の吸入</li> <li>・作業員の両手からほこりを無意識に摂取</li> </ul> <p>作業員に対しては、保護具の着用、被ばく管理などの対策が必要となる。</p>	
			効果	ガレキの大きな減容化が期待できる。 反面、放射能濃度の高い焼却灰が発生するため、適切な処分が必要となる。		
			適用対象の選定方法	・施設コストがかかるため、経済的な観点から対象とするガレキを選定する(比較的高い放射能濃度のガレキ)ことは考えられる。		
			装置・技術・材料	特に必要な装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・焼却炉</li> <li>・バグフィルター、HEPAフィルター</li> <li>・ガレキの積込み、輸送車両</li> </ul>	
				特に必要な技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・焼却技術、排ガス処理技術、遮へい・遠隔技術(放射能濃度により)</li> <li>・放射能測定技術</li> </ul>	
				必要な安全対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ガレキの積込み場所から焼却施設までの輸送ルートを選定</li> <li>・焼却施設の周辺地域への影響</li> </ul>	
			経済性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設備導入には大きなコストがかかる。</li> <li>・既存設備の改造等によるコスト削減も考えられる。</li> </ul>		
			2次廃棄物	汚染物の量・種類	<ul style="list-style-type: none"> <li>・焼却灰</li> <li>・フィルター類</li> </ul>	
				汚染物の取扱い方法	・焼却後の放射能レベルに応じた処分方法を決定する。	
			その他特記事項			
			EURANOS参照元			

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)



技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)	
瓦礫	不燃物	目的		圧縮・破砕によりガレキ体積を減容する。	
		対策の内容		専用施設においてガレキを圧縮・破砕する。	
		対策	汚染の拡大防止対策		・ガレキの集積、積込み、搬送における汚染物の飛散防止のため水を散布する。 ・圧縮・破砕により汚染物質がダスト等となって飛散するため、ダスト等を捕集するための設備が必要がある。
			作業員の被ばく対策		作業員が被爆する被ばく経路は、以下のものがある。 ・ガレキ積込み、搬送時のガレキ、汚染した機器および周辺からの外部被ばく ・ガレキから浮遊した汚染物質の吸入 ・作業員の両手からほこりを無意識に摂取  ・圧縮・破砕装置、ダスト回収容器からの外部被ばく ・ダストの回収時に、その表面から浮遊した汚染物質の吸入 ・作業員の両手からほこりを無意識に摂取  作業員に対しては、保護具の着用、被ばく管理などの対策が必要となる。
		効果		汚染物質の大きな減容化が期待できる。	
		適用対象の選定方法		・施設コストがかかるため、経済的な観点から対象とするガレキを選定する(比較的高い放射能濃度のガレキ)ことは考えられる。	
		装置・技術・材料	特に必要な装置		・圧縮・破砕設備 ・バグフィルター、HEPAフィルター ・ガレキの積込み、輸送車両
			特に必要な技術		・圧縮技術、破砕技術、ダスト捕集技術 ・放射能測定技術
			必要な安全対策		・ガレキの積込み場所から圧縮・破砕施設までの輸送ルートの選定 ・圧縮・破砕施設の周辺地域への影響
		2次廃棄物	経済性		・設備導入には大きなコストがかかる。
			汚染物の量・種類		・圧縮、破砕物 ・フィルター類
			汚染物の取扱い方法		・圧縮、破砕後の放射能レベルに応じた処分方法を決定する。
		その他特記事項			
EURANOS参照元					

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)

技術例		項目	文献調査 <sup>1</sup>	クリーンアップ分科会による追記情報(日本の条件を踏まえた追記事項や国内での実績を記述)		
動物の死骸		目的		焼却により死骸を減容する。		
		対策の内容		焼却施設において死骸を焼却する。		
		対策	汚染の拡大防止対策		<ul style="list-style-type: none"> <li>・焼却により汚染物質が飛灰に移行し排ガス中に含まれるため、排ガスに含まれる飛灰を捕集するための設備が必要がある。</li> <li>・捕集した飛灰は、汚染物質が濃縮して高い放射能濃度になっている可能性がある。</li> </ul>	
			作業員の被ばく対策		<p>作業員が被曝する被ばく経路は、以下のものがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・死骸積み込み、搬送時の死骸、汚染した機器および周辺からの外部被ばく</li> <li>・死骸から浮遊した汚染物質の吸入</li> <li>・作業員の両手からほこりを無意識に摂取</li> </ul> <p>・焼却装置、焼却灰回収容器からの外部被ばく</p> <p>・焼却灰の回収時に、その表面から浮遊した汚染物質の吸入</p> <p>・作業員の両手からほこりを無意識に摂取</p> <p>作業員に対しては、保護具の着用、被ばく管理などの対策が必要となる。</p>	
		効果		<p>死骸の大きな減容化が期待できる。</p> <p>反面、放射能濃度の高い焼却灰が発生するため、適切な処分が必要となる。</p>		
		適用対象の選定方法		<ul style="list-style-type: none"> <li>・施設コストがかかるため、経済的な観点から対象とする死骸を選定する(比較的高い放射能濃度の死骸)ことは考えられる。</li> </ul>		
		装置・技術・材料	特別に必要な装置		<ul style="list-style-type: none"> <li>・焼却炉</li> <li>・バグフィルター、HEPAフィルター</li> <li>・死骸の積み込み、輸送車両</li> </ul>	
			特別に必要な技術		<ul style="list-style-type: none"> <li>・焼却技術、排ガス処理技術、遮へい・遠隔技術(放射能濃度により)</li> <li>・放射能測定技術</li> </ul>	
			必要な安全対策		<ul style="list-style-type: none"> <li>・死骸の積み込み場所から焼却施設までの輸送ルートを選定</li> <li>・焼却施設の周辺地域への影響</li> </ul>	
		経済性		<ul style="list-style-type: none"> <li>・設備導入には大きなコストがかかる。</li> <li>・既存設備の改造等によるコスト削減も考えられる。</li> </ul>		
		2次廃棄物	汚染物の量・種類		<ul style="list-style-type: none"> <li>・焼却灰</li> <li>・フィルター類</li> </ul>	
			汚染物の取扱い方法		<ul style="list-style-type: none"> <li>・焼却後の放射能レベルに応じた処分方法を決定する。</li> </ul>	
		その他特記事項				
		EURANOS参照元				

1: Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Inhabited Areas in Europe Following a Radiological Emergency Part II: Compendium of Information on Countermeasure Options (2007)