

2016年5月2日

8,000ベクレル！？
「放射能汚染土を
公共事業に再利用」
環境省方針とは？

 **FoE Japan**

満田夏花

短く言うと・・・(短くないじゃん)

- 環境省「中間貯蔵除染土壤等の減容・再生利用技術開発戦略検討会」は、原発事故の除染で出た汚染土に関し、8,000ベクレル/kg以下を、「遮蔽および飛散・流出の防止」を行った上で、全国の公共事業で利用できる方針を決定
- 安全性を評価するためにおかれたワーキング・グループは、非公開
- 原子炉等規制法に基づく規則においては、原発の解体などによって発生したコンクリートや金属などの再生利用の基準は100ベクレル/kg

環境省「中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会」

中間貯蔵開始後30年以内に、福島県外で最終処分を完了するために必要な措置を講ずることとしていることを踏まえ、除去土壌等の減容・再生利用に係る技術開発戦略、再生利用の促進に係る事項等について検討を行う。

- ① 減容・再生利用に係る技術開発戦略に係る事項
- ② 再生利用の促進に係る事項
- ③ その他、減容・再生利用技術の開発等に関して必要となる事項

環境省「中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会」

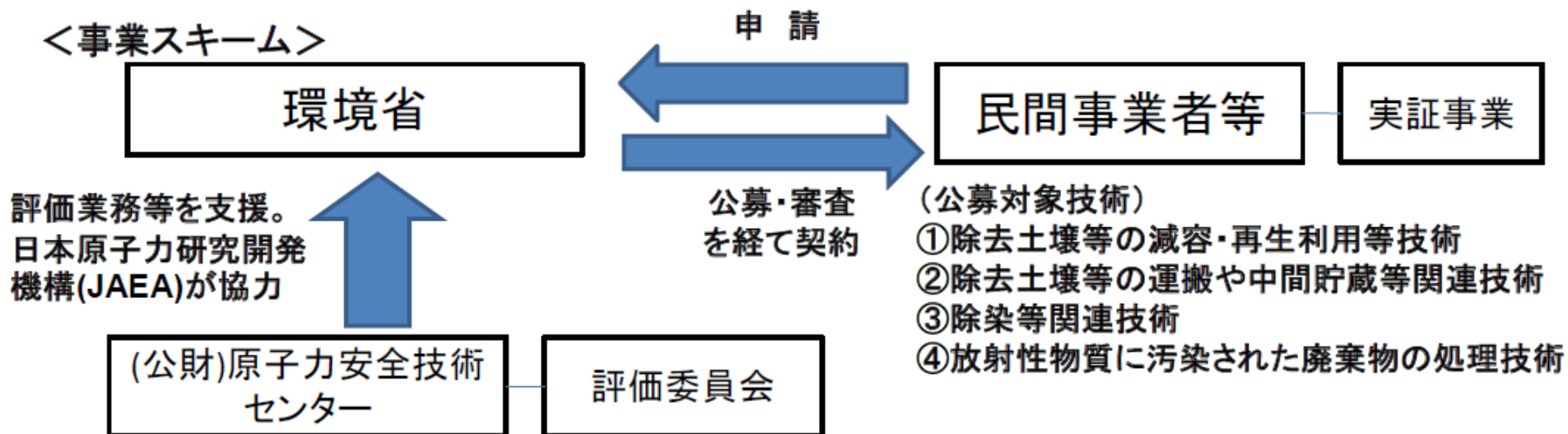
- 石井 慶造 東北大学大学院工学研究科生活環境早期復旧技術研究センター センター長
- 石川 雄章 東京大学大学院 情報学環 特任教授
- 石田 聡 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所資源循環工学研究領域 上席研究員
- 大迫 政浩 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センターセンター長
- 勝見 武 京都大学大学院 地球環境学堂 教授
- 佐藤 努 北海道大学大学院 工学研究院環境循環システム部門 資源循環工学分野 教授
- 高橋 隆行 福島大学 共生システム理工学類 教授
- 高村 昇 長崎大学 原爆後障害医療研究所国際保健医療福祉学研究分野・教授
- 細見 正明 東京農工大学大学院 工学研究院 応用化学部門 教授
- 宮武 裕昭 土木研究所 地質・地盤研究グループ施工技術チーム 上席研究員
- 油井 三和 日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門福島環境安全センター センター長

除染・減容等技術実証事業の概要(平成27年度)

背景及び事業概要

- 除染や汚染廃棄物の処理の加速化に向けては、現場のニーズを踏まえた技術の活用が重要。また、福島県内の除去土壌等については、中間貯蔵開始後30年以内に、福島県外で最終処分を完了するために必要な措置を講ずる必要がある。
- そのため、今後活用し得る除染や汚染廃棄物の処理、最終処分を見据えた除去土壌等の減容・再生利用等の技術を選定し、実証試験を実施するとともに、その効果、経済性、安全性を評価・公表する。
- 平成27年度より、公募対象技術として、除染や汚染廃棄物の処理等に加え、最終処分を見据えた除去土壌等の減容・再生利用等を追加。
- 1件あたり約2160万円。広く公募を行い、有識者により構成される委員会にて10件程度を選定し、実証・評価を実施。

<事業スキーム>



平成27年度除染・減容等技術実証事業の採択技術

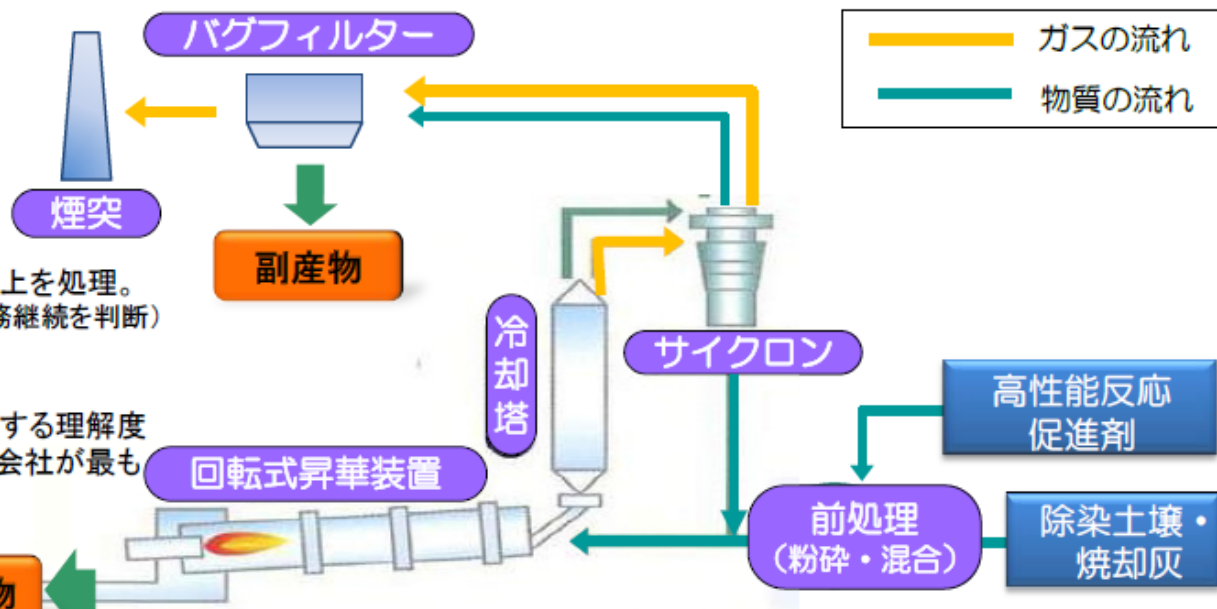
番号	事業分野	対象	実証テーマ名	所属機関名
1	除去土壌等の減容・再生利用等技術	焼却灰	水熱抽出方法による焼却灰に含まれる放射性セシウムの除去と放射性物質の減容化、及び安定化実証	国立大学法人 長岡技術科学大学
2		土壌	環境適合性洗浄剤を用いての汚染土壌細粒分の除染・減容化技術の開発と浄化土壌の再利用	国立大学法人 大阪大学
3		土壌	高含水・高粘性の農地除去土壌に含まれる草木類の選別除去を可能にする土質改良とふるい分けによる減容化と農地再生利用促進システムの実証・検証	鹿島建設株式会社
4		土壌	准連続式亜臨界水熱爆砕処理による細粒土の除染減容化	株式会社 CDM コンサルティング
5	搬出・中間貯蔵等 除去土壌等の運 関連技術	測定	バックホウ型放射線計測装置を用いての土のう袋計測の安全性(被ばく低減・作業安全)、省力化の比較検証	株式会社 日立パワー ソリューションズ
6		測定・貯蔵	除去土壌等の輸送時における可搬型放射能濃度測定技術及び埋立時における粉塵等発生抑制技術	株式会社 大林組
7	除染等関 連技術	測定	ミニサーベイヤーを活用した上空からのガンマ線可視化装置による空間線量の迅速測定技術の実証	株式会社 菊池製作所
8	放射線汚染された廃棄物の 処理技術	金属	クロスフローシュレッダによる放射性物質除去の処理技術補助事業	鹿島環境エンジニア リング株式会社
9		金属	放射性セシウムで汚染した金属廃棄物の熔融除染による除染・減容・資材化技術	三菱マテリアル株式 会社

(参考)飯館村蕨平地区における放射性物質の分離による焼却灰及び汚染土壌の資材化実証調査業務

飯館村蕨平地区において、焼却灰及び汚染土壌に含まれる放射性物質を分離・濃縮し、再生利用可能なレベルまで放射能濃度が低減され工事資材として有効活用することが可能な生成物を得るための新技術を実証する調査業務。

施設の特徴	(1)放射性物質の除去 回転式昇華装置により、焼却灰、土壌等から放射性セシウムを気化、除去後、冷却・固体化、バグフィルター捕集、回収 (2)生成物の工事資材としての活用 回転式昇華装置の転動に伴う造粒作用等により生成物は土木建設工事での活用に適した各種規格に適合し性状・品質・サイズに調整可能
公害防止放射線対策	・バグフィルターを直列に2基配置することで、排ガス中のセシウムをほぼ完全に除去 ・副産物は、遮蔽効果を有するコンクリート製容器に封入
業務の条件	・施設規模 : 10t／日程度の処理能力を有する仮設資材化施設とする。 ・処理量 : 現行業務(平成25～28年度)としては、焼却灰及び土壌を各々100t以上処理 : 全体計画としては、焼却灰及び土壌を各々500t以上処理

概略図



①予算規模

全体計画(平成25～31年度)で、約30億円。

②事業期間・スケジュール

平成25～27年度: 仮設資材化施設の設計、建設。

平成28～30年度: 焼却灰及び除去土壌各々500t以上を処理。

(平成28年度末に中間評価を実施し、29年度以降の業務継続を判断)

平成31年度: 解体・撤去

③公募結果

本業務に係る企画書を公募したところ、本業務に対する理解度や業務実施フロー、業務実施体制の点で日揮株式会社が最も本業務を行うに相応しいと判断し選定した。

用途先の例

部材の例

道路・鉄道盛土



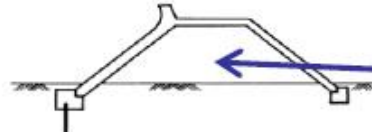
盛土材
(路床、路体)

海岸防災林



盛土材
(構造基盤)

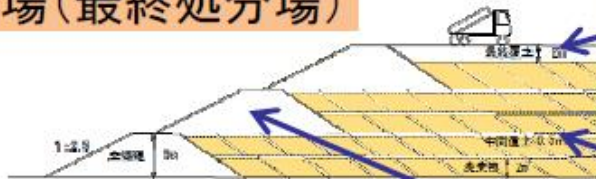
防潮堤



盛土材

廃棄物処分場(最終処分場)

土堰堤



最終覆土材
(上部覆土材)

中間覆土材

土地造成・水面埋立て



盛土材

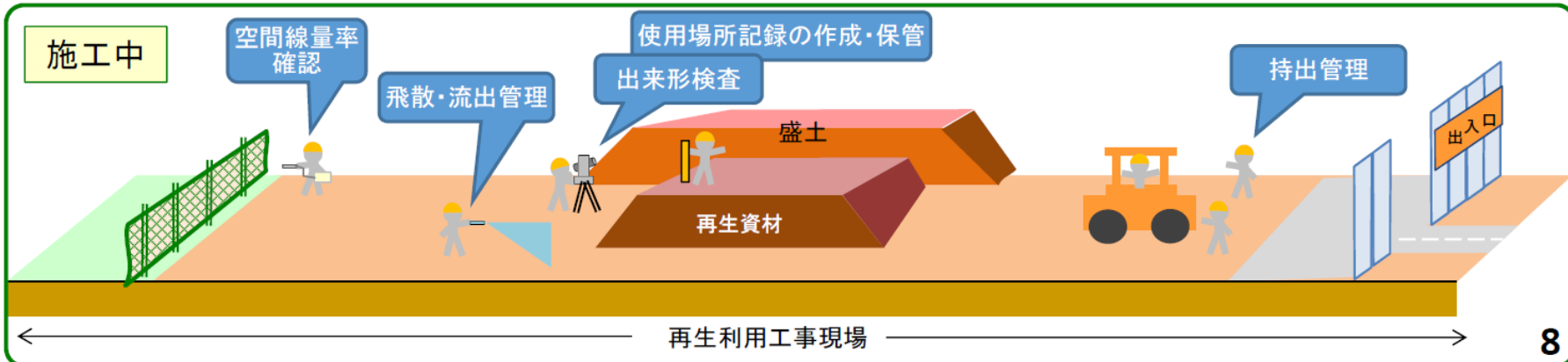
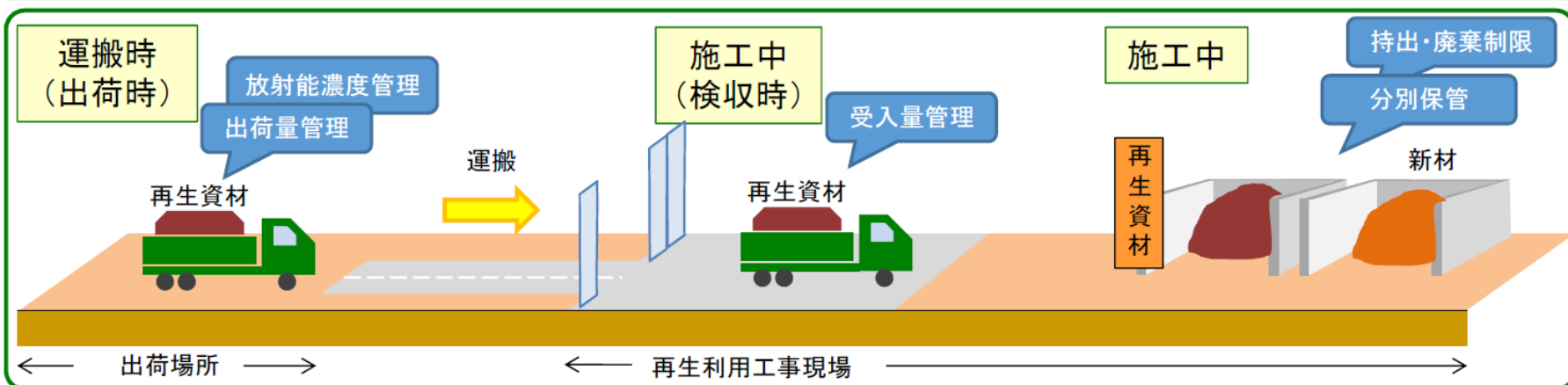
盛土材/埋立材

その他、再生利用の可能性に応じ検討

- 一般公衆及び作業者に対する追加被ばく線量が1mSv/yを超えないことを条件として、再生資材中の放射性セシウム($^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$)の濃度レベルを算出する。
- 算出した濃度レベルに基づき、供用時の一般公衆に対する追加的な被ばく線量の更なる低減のための遮へい厚等の施設の設計に関する条件の検討を行う。
- 再生資材の濃度レベル: 8,000Bq/kg以下を原則とする。なお、用途ごとの被ばく評価計算から誘導された濃度(1mSv/y相当濃度)がこれ以下の場合、その濃度以下とする(次回検討会で検討予定)。
- 破損時等を除く供用時における一般公衆の追加的な被ばく線量が、放射線による障害防止のための措置を必要としないレベル(0.01mSv/年 = 10 μ Sv/年...注)になるように適切な遮へい等の措置を講じる。

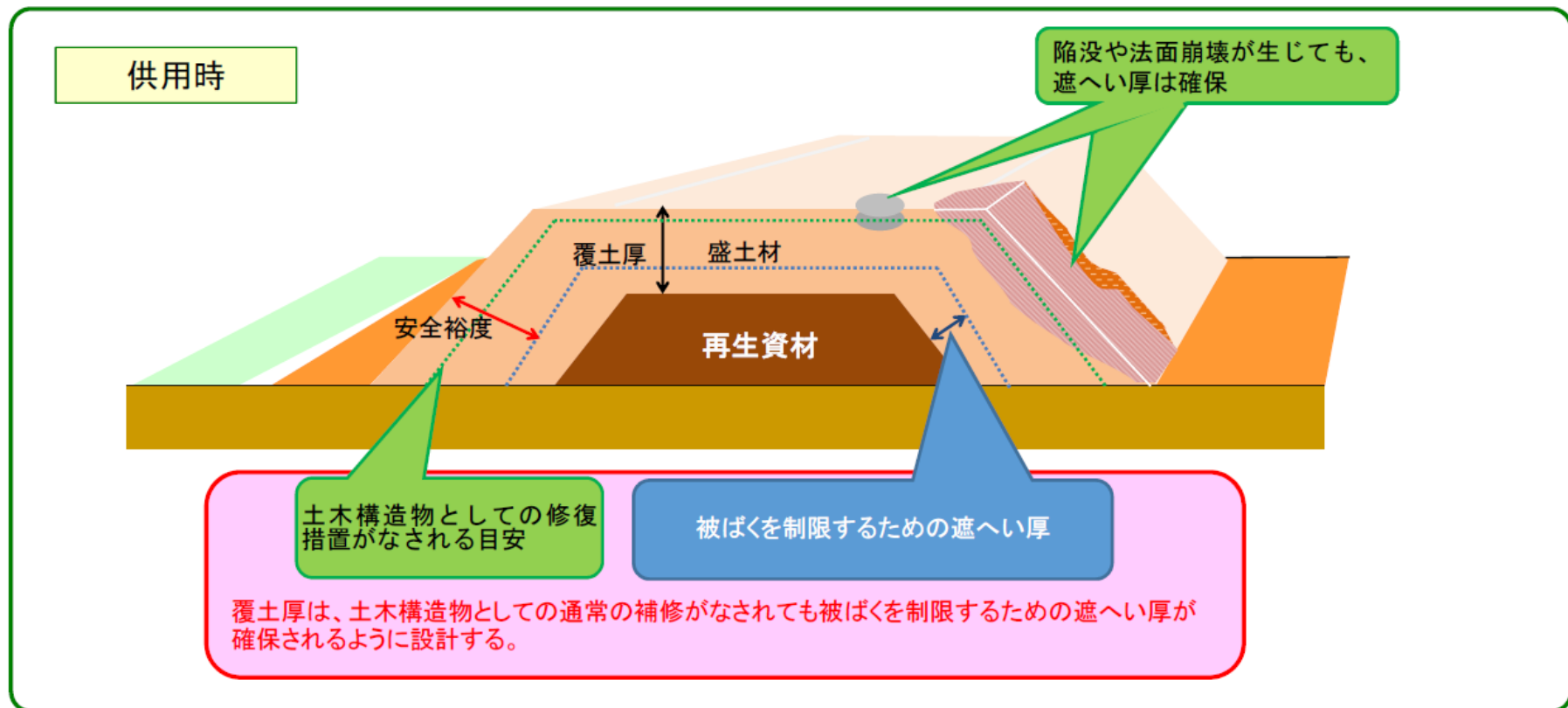
6. 放射線防護のための管理のイメージ①

- 作業者が放射線防護のために追加的な措置を講じることなく施工できるように、再生資材の放射能濃度を設定するが、安全性に万全を期すため、今後、利用者側の実態等も踏まえた以下のような管理方策について検討を進める。
 - ✓ 出荷時から施工時に至るまで、再生資材の紛失・目的外使用防止のために必要な措置を行う。
 - ✓ 出来形検査を行うとともに、再生資材の使用場所、使用量、放射能濃度に関する記録の作成・保管を行う。
 - ✓ 施工時において追加被ばくを制限するために必要な措置(空間線量率の測定、再生資材の飛散・流出防止等)を行う。



6. 放射線防護のための管理のイメージ②

- 一般公衆の追加被ばくを放射線防護を必要としないレベルにするため、今後、利用者側の実態等も踏まえた以下のような管理方策について検討を進める。
 - ✓ 被ばく線量を制限するための遮へい厚が、土木構造物として通常の修復が行われる場合でも確保されるように再生資材の埋設位置を設計する。
 - ✓ 土木構造物を維持するために通常行われる点検管理により、放射線防護も同時に満足されることを確認する。



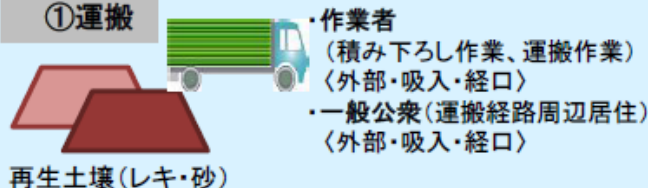
3-1 施工時、供用中及び災害時の被ばく線量評価について (評価イメージ)

放射線影響に関する安全性確保の観点から必要となる供用中の維持管理上の留意点の整理、災害時の土木構造物の損壊シナリオ・モデル等について専門家の意見を踏まえた、当該モデルに基づく被ばく評価等を行う。

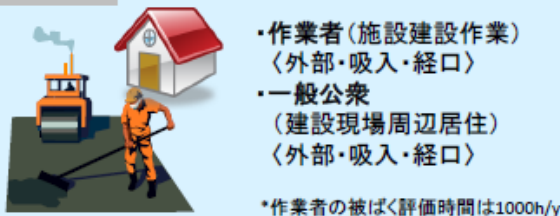
※追加被ばく線量評価は用途ごとに行う。以下、インフラ施設を用途とした線量評価例(災害時等の評価シナリオ・モデルは今後精査)

施工時

①運搬

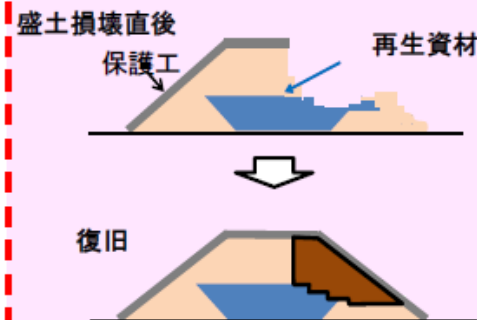


②施設建設



災害時

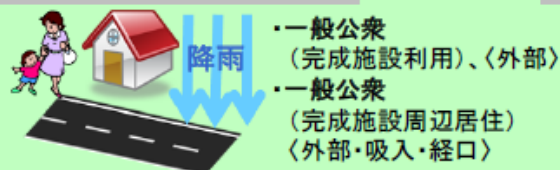
※災害時の評価シナリオ・モデルは今後精査
(下記図は盛土の損壊イメージ)



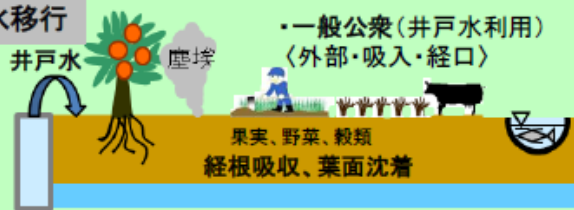
線源: 損壊によりむき出しになった再生資材
評価経路: 作業員(盛土補修)、
周辺居住の被ばく(外部・吸入・経口)

供用中

①施設の利用・周辺居住



②地下水移行

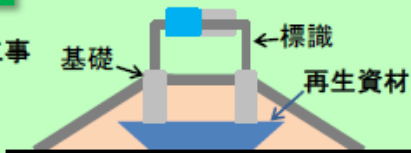


(参照:「管理された状態での災害廃棄物(コンクリートくず等)の再生利用について」(環境省、平成23年12月27日))

供用中の補修・改修工事

例:施設付属設備設置工事に伴う基礎工事

線源:掘削工事にむき出しになる再生資材
評価経路:作業員(掘削・基礎工事)



追加被ばく線量評価に影響のある供用中の比較的頻度の高い作業

表面のひび割れに伴う補修作業、表面の浸食等に伴う補修作業、各種敷設管等の更新作業(上下水道、ガス管等)、付属設備の設置作業、その他改修作業

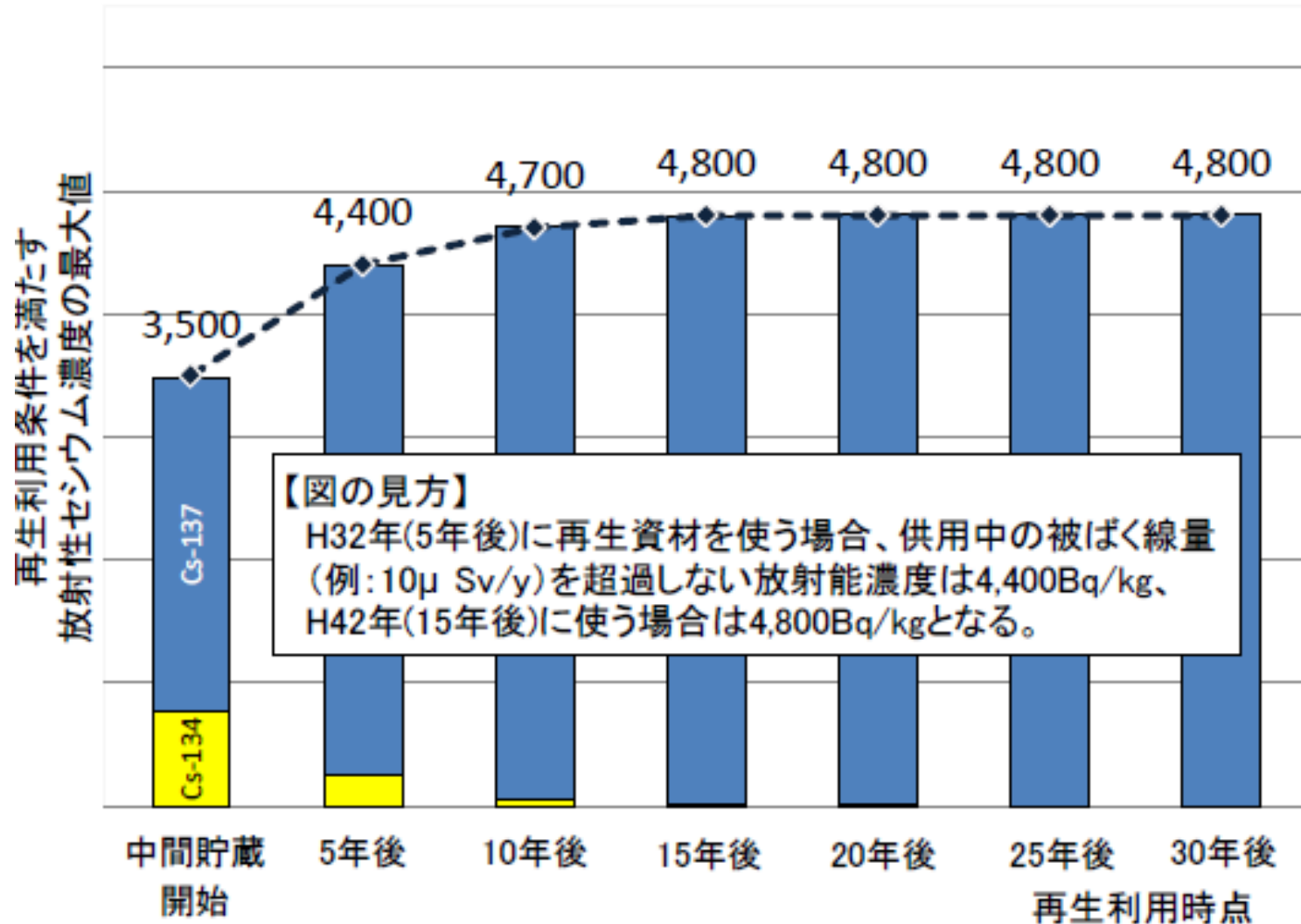
再生利用時点*2	放射能(Bq)の減衰*2		再生利用条件 (施工時1mSv/y)を満たす放射性セシウム濃度 (¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs)の 最大値(Bq/kg)*1		再生利用条件 (供用中 10μ Sv/y)を満たす放射性 セシウム濃度 (¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs)の 最大値(Bq/kg)*1	
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	H27年 時点の 濃度	再生利 用時点 の濃度	H27年 時点の 濃度	再生利 用時点 の濃度
H27(中間貯蔵開始)	0.260	0.912	5,200	5,200	3,500	3,500
H32	0.048	0.813	8,600	6,200	6,000	4,400
H37	0.009	0.725	10,600	6,600	7,500	4,700
H42	0.002	0.646	12,200	6,600	8,700	4,800
H47	0.000	0.576	13,700	6,700	9,800	4,800
H52	0.000	0.514	15,400	6,700	11,000	4,800
H57(貯蔵開始後30年)	0.000	0.458	17,300	6,700	12,400	4,800

*1: 道路の下層路盤材として、道路表面から30cm下に再生資材を用いる場合(参照:「管理された状態での災害廃棄物(コンクリートくず等)の再生利用について」(平成23年12月27日環境省))

*2: 平成23年3月時点の¹³⁴Csと¹³⁷Csの放射能(Bq)の比(初期値)を1:1として、以降の年も3月時点の評価とする。(参照:「福島第一原子力発電所の事故に伴う大気への放出量推定について」(平成24年5月24日東京電力株式会社))

追加被ばく線量を一定(例:10 μ Sv/y)とした場合の
再生利用時点と放射能濃度の関係

(Bq/kg)



そもそも……

集中管理、移動をさせないことが大前提の汚染物質を、公共事業に使ってしまったっていいの？

さらにいえば・・・

1) 吸い込みによる内部被ばくは？

2) 累積被ばくは？

ただでさえ被ばくが懸念されるような地域の場合、さらに追い討ちをかけることに？

3) 他の核種は？

3・11前に決まったルールとは？

原子炉施設のクリアランス制度（これ以下では規制を免除しますよ、という制度）

放射性セシウム濃度にして100ベクレル/kg以下のものはリサイクル可

（原子炉等規制法第61条の2第4項に規定する規則）
それ以上は、「放射性廃棄物」として厳重に処分



これだって、「甘い！」と大きな批判があった

100Bq/kg と 8,000Bq/kg の二つの基準の違いについて

環境省廃棄物・リサイクル対策部

廃棄物に含まれる放射性セシウムについて、100Bq/kg と 8,000Bq/kg の二つの基準の違いについて説明します。

ひとことで言えば、100Bq/kg は「廃棄物を安全に再利用できる基準」であり、8,000Bq/kg は「廃棄物を安全に処理するための基準」です。

1. 原子炉等規制法に基づくクリアランス基準* (100Bq/kg) について

廃棄物を安全に再利用できる基準です。

運転を終了した原子力発電所の解体等により発生するコンクリート、金属を想定し、原子力発電所や一般社会での再利用を推進するために定めた基準です。

廃棄物を再生利用した製品が、日常生活を営む場所などの一般社会で、様々な方法（例えばコンクリートを建築資材、金属をベンチなどに再生利用）で使われても安全な基準として、放射性セシウムについて 100Bq/kg 以下と定められています。

*核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第61条の2第4項に規定する精錬事

2. 放射性物質汚染対処特措法に基づく指定基準※（8,000Bq/kg）について

廃棄物を安全に処理するための基準です。

原子力発電所の事故に伴って環境に放出された放射性セシウムに汚染された廃棄物について、一般的な処理方法（分別、焼却、埋立処分等）を想定し、安全に処理するために定めた基準です。

8,000Bq/kg以下の廃棄物は、従来と同様の方法により安全に焼却したり埋立処分したりすることができます。焼却施設や埋立処分場では排ガス処理、排水処理や覆土によって環境中に有害物質が拡散しないように管理が行われていることから、周辺住民の方にとって問題なく安全に処理することができます。

原子炉施設のクリアランス制度


総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部
会廃棄物安全小委員会において、平成16年に報
告書を取りまとめ、平成17年に原子炉等規制法を
改正し、クリアランス制度を導入

- クリアランスレベルを算出するための線量の目
安： $10\mu\text{Sv}/\text{年}$
- 多核種を想定
- 国の検査を2段階で行う

表. クリアランス省令のクリアランスレベル(33核種)

H-3	100 Bq/g	Ni-63	100 Bq/g	I-129	0.01 Bq/g
C-14	1 Bq/g	Zn-65	0.1 Bq/g	Cs-134	0.1 Bq/g
Cl-36	1 Bq/g	Sr-90	1 Bq/g	Cs-137	0.1 Bq/g
Ca-41	100 Bq/g	Nb-94	0.1 Bq/g	Ba-133	0.1 Bq/g
Sc-46	0.1 Bq/g	Nb-95	1 Bq/g	Eu-152	0.1 Bq/g
Mn-54	0.1 Bq/g	Tc-99	1 Bq/g	Eu-154	0.1 Bq/g
Fe-55	1000 Bq/g	Ru-106	0.1 Bq/g	Tb-160	1 Bq/g
Fe-59	1 Bq/g	Ag-108m	0.1 Bq/g	Ta-182	0.1 Bq/g
Co-58	1 Bq/g	Ag-110m	0.1 Bq/g	Pu-239	0.1 Bq/g
Co-60	0.1 Bq/g	Sb-124	1 Bq/g	Pu-241	10 Bq/g
Ni-59	100 Bq/g	Te-123m	1 Bq/g	Am-241	0.1 Bq/g

原子力安全委員会の報告書における評価対象核種58核種のうち、原子炉関連の33核種について、省令に規定

 :原子力安全・保安院内規(NISA文書)記載の重要放射性核種(10核種)

→製錬事業者等における工場等において用いた資材その他の物に含まれる放射性物質の放射能濃度についての確認等に関する規則(平成17年11月22日経済産業省令第112号)に

クリアランス確認

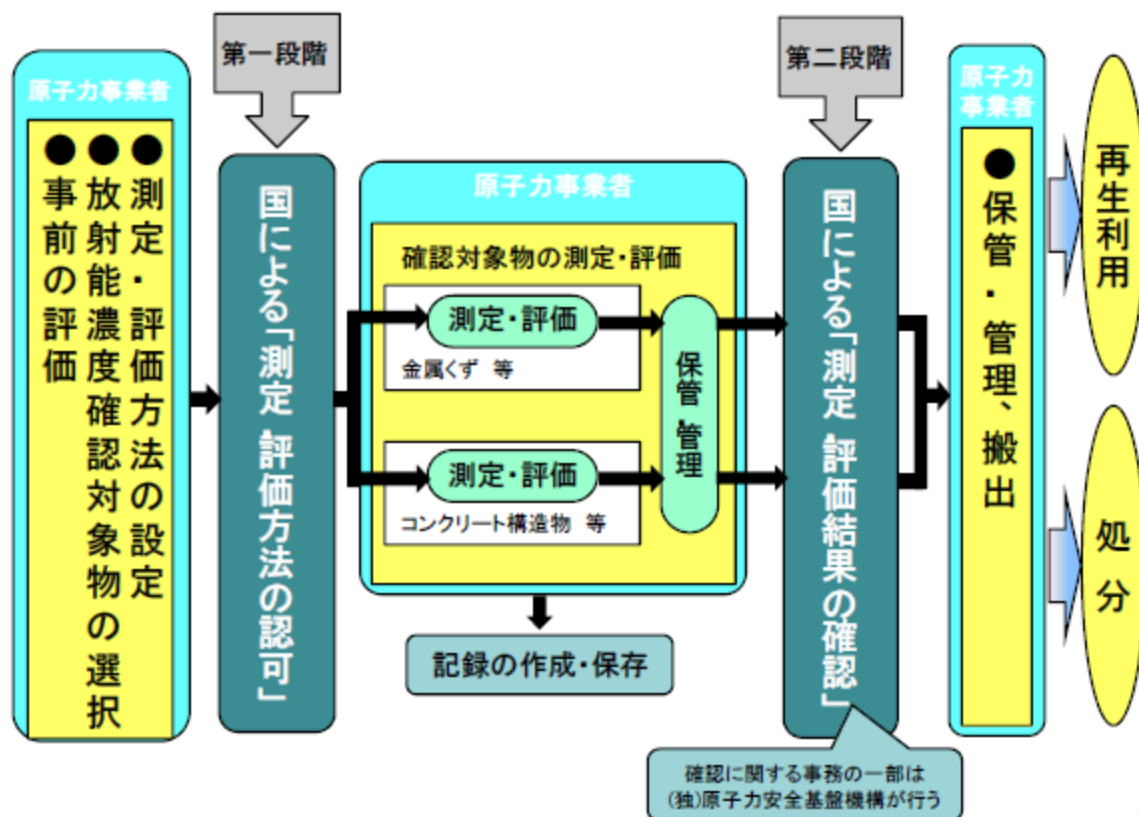
クリアランスレベルを用いて「放射性物質に汚染されたものとして扱う必要のないもの」であることを原子力事業者が判断し、その判断に加えて国（規制当局）が適切な関与を行う。

国の関与は2段階

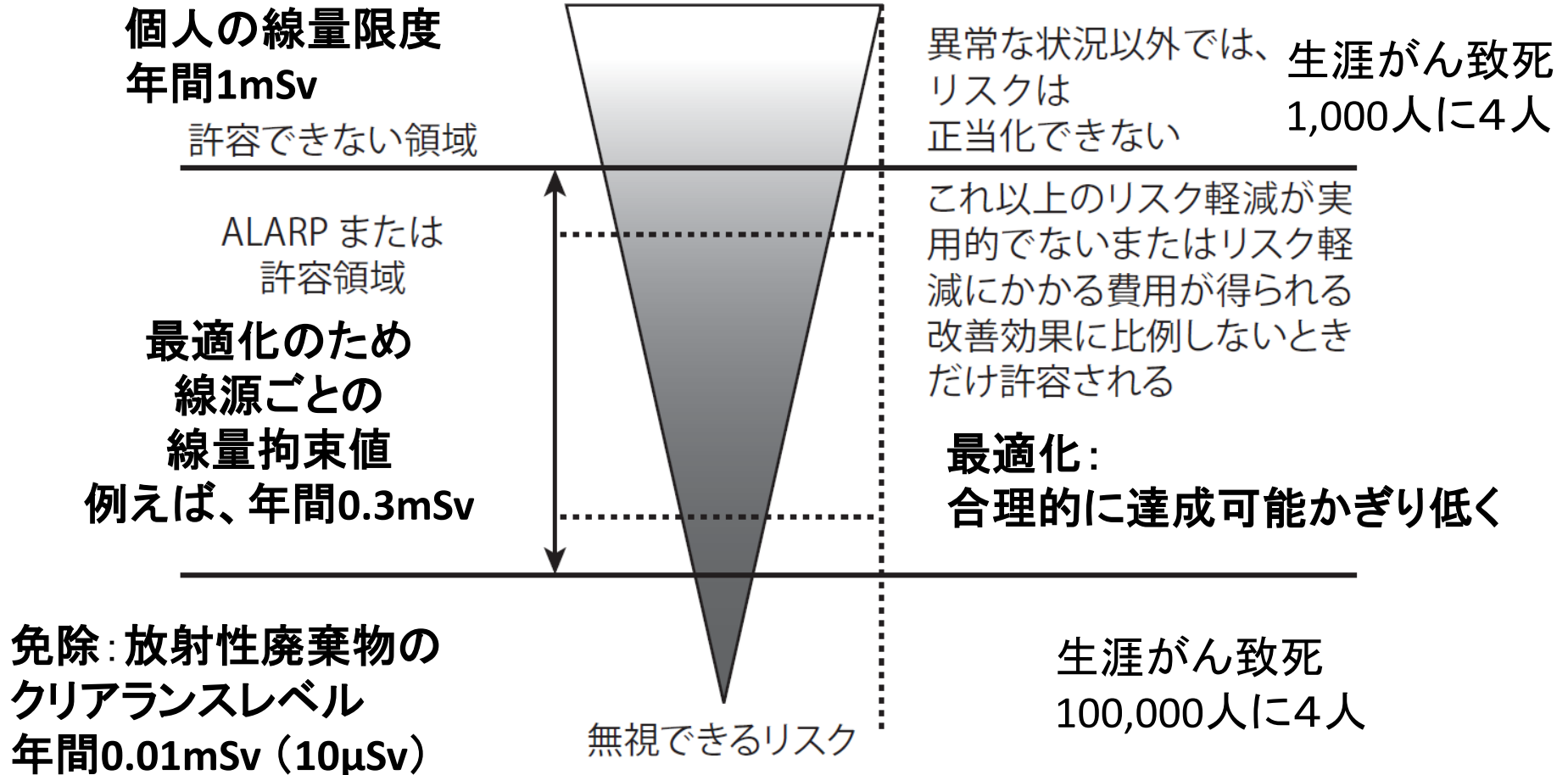
第1段階は、事業者が策定する「放射能濃度の測定・評価の方法」の妥当性確認（認可）。

第2段階は、認可を受けた方法に基づいて測定した記録等の確認。

クリアランス制度に係る主な規制手続き



国際放射線防護委員会ICRP勧告による防護



向殿政男「どこまでやったら安全か ためになる「安全学」第4回」『Plant Engineer』Jul.2010 より改変
(瀬川嘉之さん2016年5月2日発表資料より)

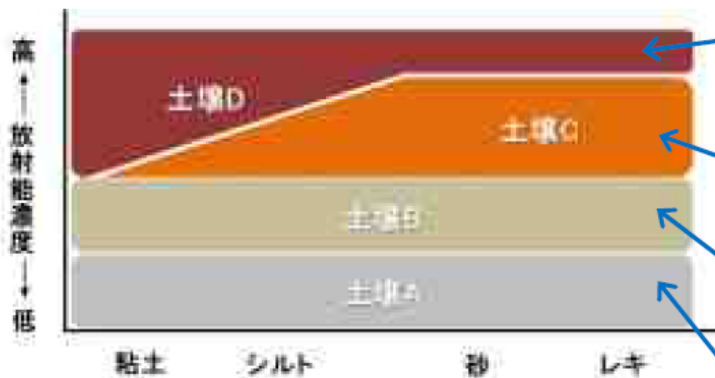
除去土壌等の放射性セシウム濃度 (平成27年度1月時点における推計値)

放射性セシウム濃度	除去土壌
8,000Bq/kg以下	約1,000万m ³
8,000Bq/kg超10万Bq/kg以下	約1,000万m ³
10万Bq/kg超	1万m ³

環境省「中間貯蔵除染土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会」資料より

2-1 除去土壌等の区分と適用する減容技術

土壌 放射能濃度、土質性状、適用する減容技術の特徴を踏まえ、除去土壌を4種類に区分(土壌A~D)



土壌D: 放射能濃度が高い砂質土、及び放射能濃度が中レベル以上の粘性土(分級処理により濃縮された粘性土質分を含む)。
⇒分級処理では再生資源化できず、熱処理・化学処理等の高度処理が必要。

土壌C: 放射能濃度が中レベルの砂質土。
⇒分級処理を行うことで再生資源として使用できる。

土壌B: 放射能の減衰を待つことで再生資源化できる粘性土及び砂質土。
⇒放射能の減衰を待つことで、分級等の減容処理は行わず再生利用できる。

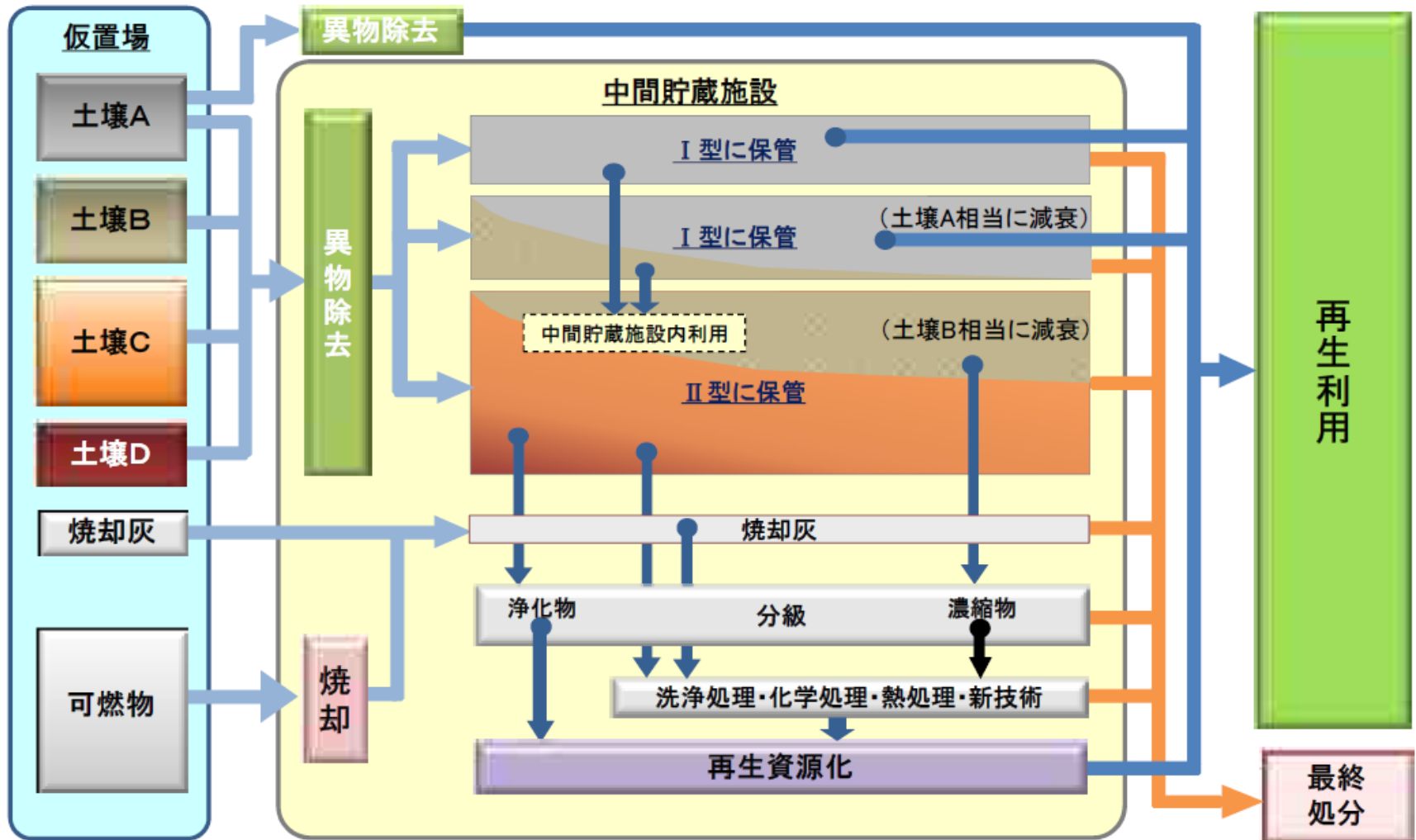
土壌A: 放射能濃度が低く、再生資源として使用できる粘性土及び砂質土。
⇒分級等の減容処理は行わず再生利用できる。

焼却灰




焼却灰: 除去土壌等に含まれる可燃物の焼却処理残さ。
⇒洗浄処理、熱処理を組み合わせることで再生資源化。

- 除去土壌等は放射能濃度で区分され、中間貯蔵施設に一時保管。この間、減容処理等を行い、浄化物は再生資材として再生利用。また、減容処理等により生じた濃縮物は最終処分場で処分。



環境省「中間貯蔵除染土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会」資料より

2-3 減容処理ケースの設定

 : 再生資源化対象

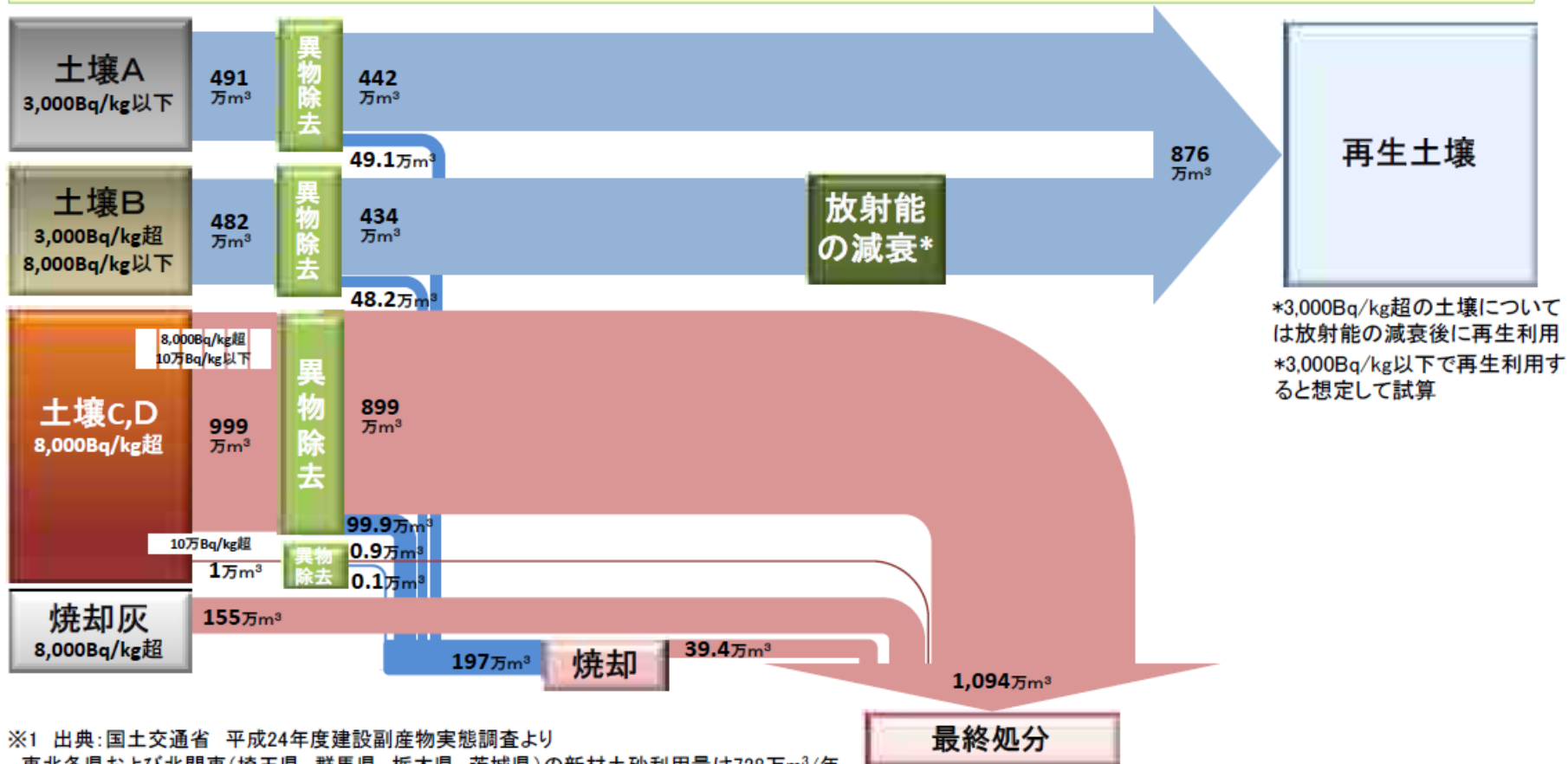
ケース	ケースゼロ	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
減容等技術	<ul style="list-style-type: none"> ・異物除去 × ・分級/高度分級 × ・高度処理 × ・焼却灰洗浄・熱処理 × 	<ul style="list-style-type: none"> ・異物除去 ○ ・分級/高度分級 × ・高度処理 × ・焼却灰洗浄・熱処理 × 	<ul style="list-style-type: none"> ・異物除去 ○ ・分級/高度分級 ○ ・高度処理 × ・焼却灰洗浄・熱処理 × 	<ul style="list-style-type: none"> ・異物除去 ○ ・分級/高度分級 ○ ・高度処理 ○ ・焼却灰洗浄・熱処理 × 	<ul style="list-style-type: none"> ・異物除去 ○ ・分級/高度分級 ○ ・高度処理 ○ ・焼却灰洗浄・熱処理 ○
土壌等区分					
土壌A	最終処分	異物除去	異物除去	異物除去	異物除去
土壌B					
土壌C		最終処分	分級/ 高度分級	分級/ 高度分級	分級/ 高度分級
土壌D			最終処分	高度処理 ※	高度処理 ※
焼却灰		最終処分	最終処分	最終処分	最終処分 洗浄・熱処理 最終処分

※高度処理とは、化学処理、熱処理、及び新技術を指す

参考4-1-1) ケースIの物質収支の詳細

～浄化物の放射能濃度を3,000Bq/kg以下とした場合～

- 再生資材(異物除去した土壌876万m³)は、東北・北関東地域の新材土砂利用実績^{※1}の1.20年分に相当。
- 異物除去プラント規模^{※2}は、日量800m³処理×27.4基を要する見込み。
- 最終処分量は1,094万m³(平均規模の最終処分場^{※3}の約35箇所分に相当)。



※1 出典:国土交通省 平成24年度建設副産物実態調査より

東北各県および北関東(埼玉県、群馬県、栃木県、茨城県)の新材土砂利用量は728万m³/年

※2 100m³/h(震災がれき処理プラント等を参考に設定)、8h/日、300日/年、3年間で処理と想定

※3 出典:環境省 平成25年度 一般廃棄物実態調査より

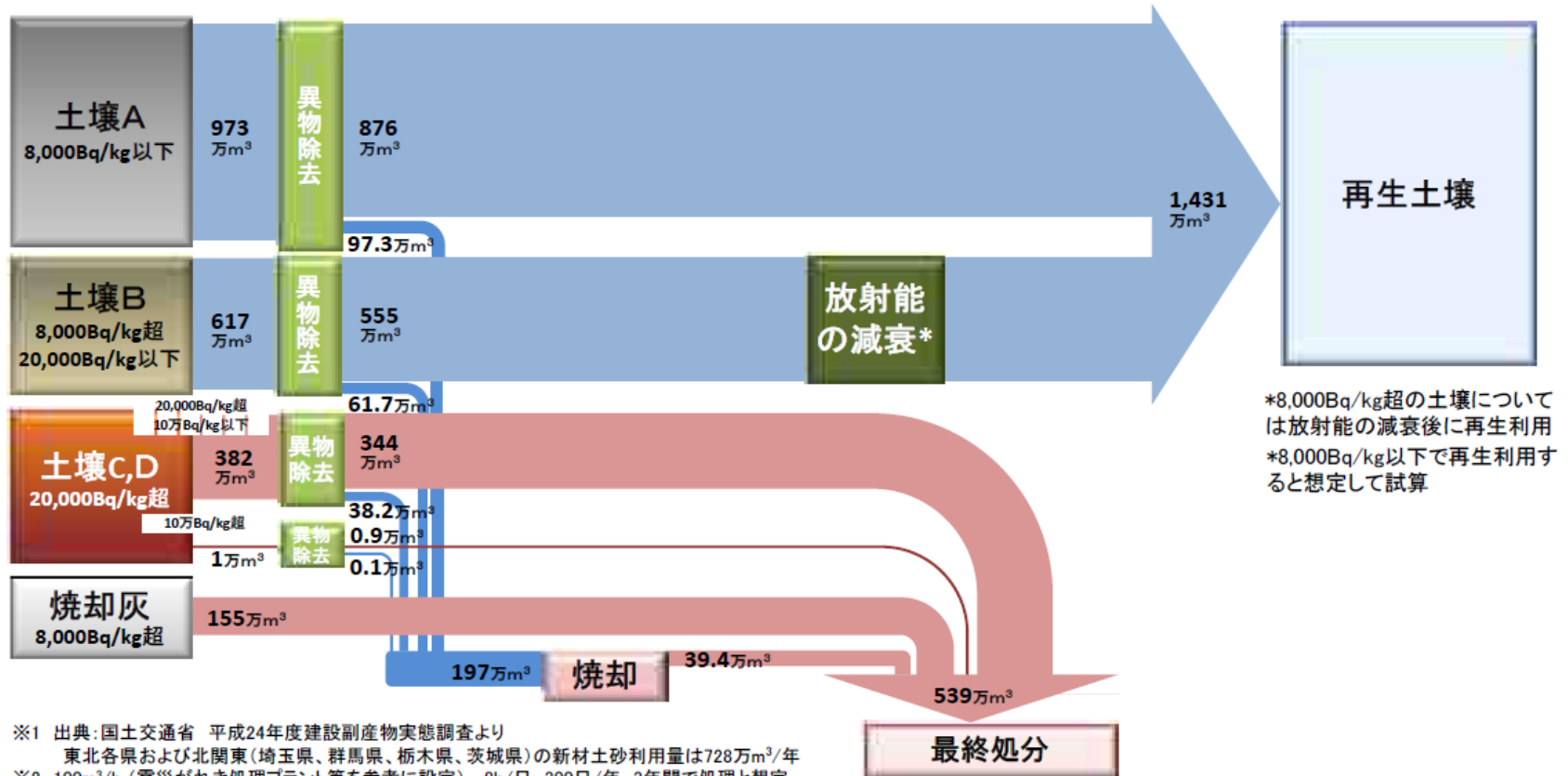
調査時点で埋立中の一般廃棄物最終処分場の全体容積の平均は31.7万m³

環境省「中間貯蔵除染土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会」資料より

参考6-1-1) ケースIの物質収支の詳細

～浄化物の放射能濃度を8,000Bq/kg以下とした場合～

- 再生資材(異物除去した土壌1,431万m³)は、東北・北関東地域の新材土砂利用実績^{※1}の1.97年分に相当。
- 異物除去プラント規模^{※2}は、日量800m³処理×27.4基を要する見込み。
- 最終処分量は539万m³(平均規模の最終処分場^{※3}の約17箇所分に相当)。



※1 出典:国土交通省 平成24年度建設副産物実態調査より
東北各県および北関東(埼玉県、群馬県、栃木県、茨城県)の新材土砂利用量は728万m³/年
※2 100m³/h(震災がれき処理プラント等を参考に設定)、8h/日、300日/年、3年間で処理と想定
※3 出典:環境省 平成25年度 一般廃棄物実態調査より
調査時点で埋立中の一般廃棄物最終処分場の全体容積の平均は31.7万m³

*8,000Bq/kg超の土壌については放射能の減衰後に再生利用
*8,000Bq/kg以下で再生利用すると想定して試算

除染の状況

国直轄除染の進捗状況概要（平成28年3月31日時点）

主なトピックス

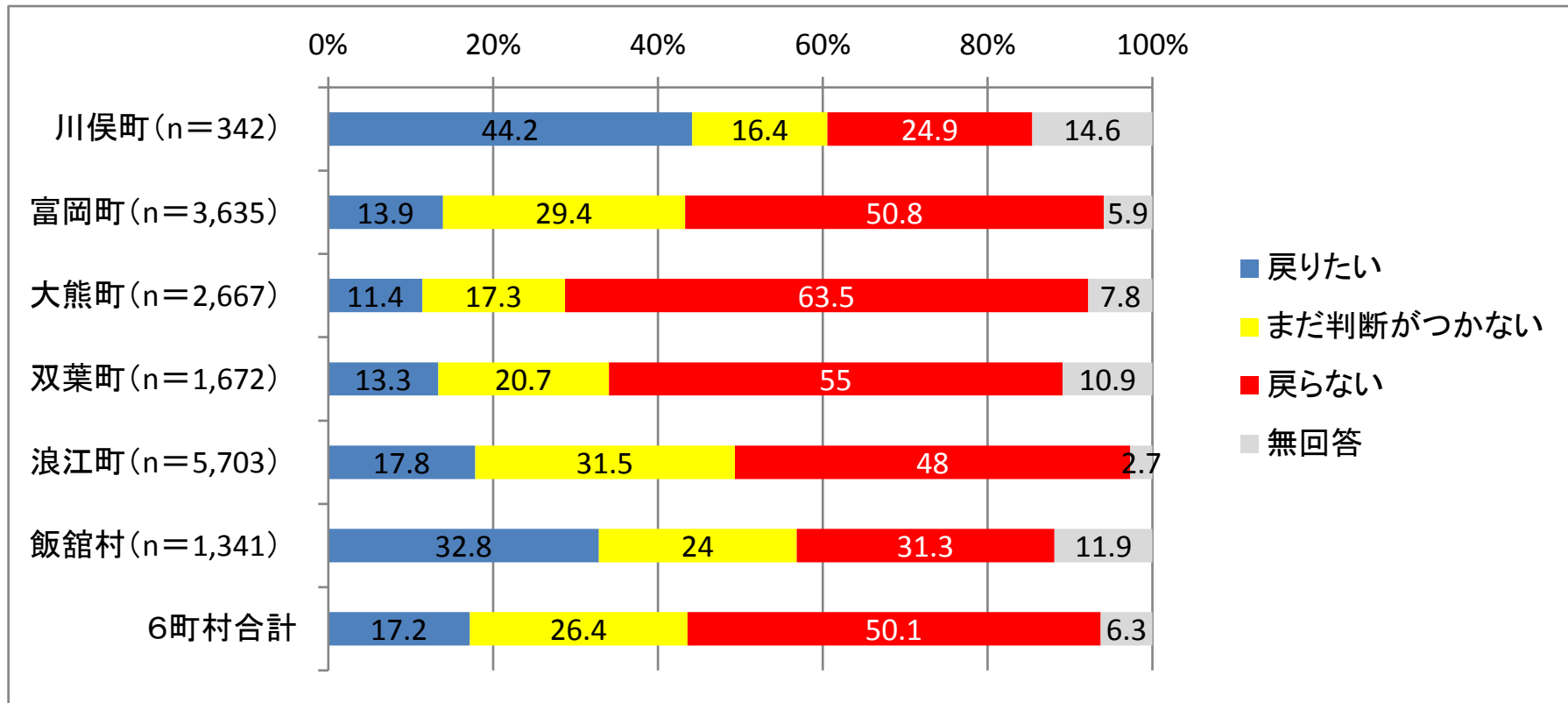
- 1日あたり最大11,700人規模（平成28年2月16日～3月31日）で除染を実施中
- 南相馬市（宅地）、富岡町（宅地）、双葉町の面的除染が終了【除染を実施できる環境が整ったもの】

1. 面的除染を実施中の市町村（平成29年3月までに全ての面的除染を終了することが目標）

	仮置場等の確保 注1,3	除染の同意取得 注3	実施率 (%) 注2,3			
			宅地	農地	森林	道路
飯舘村	確保済み	ほぼ終了	100	55	86	48
南相馬市	確保済み（ほぼ確保）	約9割	88 [100]	33	58 (53)	39
浪江町	約9割（約8割）	ほぼ終了（約9割）	48 (44)	37 (36)	75 (61)	68
富岡町	確保済み	終了（ほぼ終了）	100 (93)	98 (85)	100	99.7 (98)

田村市、楢葉町、川内村、大熊町、葛尾村、川俣町、双葉町は面的除染が終了。

住民の帰還に関する意向



住民の帰還の意向

(出典:「平成27年度 原子力被災自治体における住民意向調査結果」)

1. 住民の意向や、被ばくりスクを無視した帰還促進政策および避難者への支援や賠償の打ち切り方針を見直すべき
2. 除染のあり方、除染土の処分のあり方については、福島県内外の幅広い層の市民・専門家を交えて、議論を行うべき