

## 中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略

### 戦略目標の達成に向けた見直し（案）

平成 ~~28~~31 年 (2019 年) 4 月 改訂  
環境省

## 目次

1. はじめに	2
2. 目的	3
3. 対象となる除去土壌等	3
(1) 発生量	3
(2) 放射能濃度等	3
(3) 土壌中の放射性セシウムの存在形態及びその挙動	4
4. 基本的な考え方	4
5. 減容・再生利用技術の開発	5
(1) 各技術の現状	5
(2) 取組方針	7
(3) 取組目標	7
(4) 目標達成に向けた具体的な取組	9
6. 再生利用の推進	10
(1) 再生資材の発生見込み量	10
(2) 取組方針	10
(3) 取組目標	11
(4) 目標達成に向けた具体的な取組	11
7. 最終処分の方向性の検討	12
(1) 取組方針	12
(2) 取組目標	12
(3) 目標達成に向けた具体的な取組	13
8. 全国的な理解の醸成等	13
(1) 取組方針	13
(2) 取組目標	14
(3) 目標達成に向けた具体的な取組	14
9. 国内外の研究開発機関等との連携等	15
10. 本戦略の進行管理	15
11. おわりに	16
1. はじめに	1
2. 目的	2
3. 対象となる除去土壌等	2
(1) 発生量	2
(2) 放射能濃度等	2
(3) 土壌中の放射性セシウムの存在形態及びその挙動	3
4. 基本的な考え方	3

5. 減容・再生利用技術の開発	4
(1) 各技術の現状	4
(2) 取組方針	5
(3) 取組目標	6
(4) 目標達成に向けた具体的な取組	7
6. 再生利用の推進	8
(1) 浄化物の発生見込み量	8
(2) 取組方針	8
(3) 取組目標	9
(4) 目標達成に向けた具体的な取組	9
7. 最終処分の方向性の検討	9
(1) 取組方針	9
(2) 取組目標	10
(3) 目標達成に向けた具体的な取組	10
8. 全国民的な理解の醸成等	10
(1) 取組方針	10
(2) 取組目標	11
(3) 目標達成に向けた具体的な取組	11
9. 国内外の研究開発機関等との連携等	11
10. 本戦略の進行管理	12
11. おわりに	13

## 1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所事故由来の放射性物質による環境汚染への対応については、「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法」（平成 23 年法律第 110 号。以下「特措法」）等に基づき、除染、汚染廃棄物の処理、中間貯蔵施設の整備等の各種取組が進められている。

除染等で生じた除去土壌等については、中間貯蔵施設で一定期間保管した後<sup>は</sup>、安全に最終処分する必要がある。「中間貯蔵・環境安全事業株式会社」（平成 15 年法律第 44 号、以下 JESCO 法）においては、除染等の措置に伴い生じた土壌等について、「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」ことが国の責務として明記されている。

県外最終処分に向けては、平成 26 年 (2014 年) 7 月の「中間貯蔵施設等に係る対応について」（平成 26 年 7 月 復興庁・環境省）において 8 つのステップで進めていくことを示したが、このうちステップ 1 からステップ 4 に該当する研究・技術開発及び最終処分の方向性検討等の取組について技術的な検討を行うため、平成 27 年 (2015 年) 7 月、有識者からなる「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」（以下「検討会」）を設置し検討を開始した。

県外最終処分の実現に向けては、まず最終処分必要量を低減することが鍵となる。そのためには、中間貯蔵施設に保管される大量の除去土壌等をいかにして効率的に減容処理するか、また、その結果生じる本来貴重な資源である放射能濃度の低い土壌等を再生資材として利用可能とする技術的・制度的・社会的条件をいかに整えるかが課題となる。さらに、技術開発や再生利用の進捗等の多くの不確定要素がある中で、それぞれの進展に応じて、必要となる最終処分場の構造、面積等、最終処分の方向性の検討につなげる技術的側面をいかに絞り込んでいくかが課題となる。

「中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略」（以下「本戦略」）は、これらの課題に対する検討会における検討結果を踏まえ、主に減容・再生利用技術の開発、再生利用の推進、最終処分の方向性の検討、全国的な理解の醸成等について今後の中長期的な方針を提示するものである。

除去土壌等の減容・再生利用、そして県外最終処分に向けた取組は、福島復興、さらには東北復興と日本の再生に向けた一大ナショナル・プロジェクトであるとともに、その成果は世界的にも前例のない経験・知見として国際的な共有財産となるものである。本戦略は、環境省の取組を中心にまとめているが、この世界的にも前例のないプロジェクトを成功に導くためには、我が国の産学官が有する技術力の結集、放射線影響や防護に関する正確な知識に裏打ちされた全国的な理解の醸成や地域住民との対話等を通じた理解・協力、最終処分に向けた一連の取組に対する信頼の構築が不可欠である。環境省としても、検討に用いたデータや情報を国内外に積極的に開示・発信し、地域住民、関係府省庁、自治体等を始めとする幅広い主体との信頼関係を築きつつ、積極的に連携・協力していくこととする。

なお、平成 28 年（2016 年）4 月に本戦略を策定した後、中間年度である平成 30 年度（2018 年度）にそれまでの取組状況等を踏まえ、見直しを実施した。

## 2. 目的

本戦略は、JESCO 法において、除染等の措置に伴い生じた土壌等について、「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」ことが国の責務として明記されたことを踏まえ、その実現に向けたステップである中間貯蔵される除去土壌等の減容・再生利用に関する技術開発、減容処理後の浄化物再生利用の対象となる土壌等の再生利用の推進、最終処分の方向性の検討、全国民的な理解の醸成等の取組に係る中長期的な方針を示すことを目的とする。

## 3. 対象となる除去土壌等

### （1）発生量

本戦略の対象は、福島県内における除染等の措置により生じた除去土壌等及び事故由来放射性セシウムにより汚染された廃棄物（放射能濃度が 10 万 Bq/kg を超えるものに限る）であり、その総発生見込み量（平成 ~~27~~30 年 ~~(2015 年)~~(2018 年) 度 ~~10~~11 月時点における推計値）は、最大で約 2,200~~1,330~~ 万 m<sup>3</sup> である。ただし、平成 30 年（2018 年）10 月時点において定量的な推計が困難な帰還困難区域の除染等で発生した（発生することが見込まれる）除去土壌等は含まれていない。

除去土壌等は、土壌約 ~~2,000~~2,330 万 m<sup>3</sup>、焼却灰約 ~~160~~30 万 m<sup>3</sup> に大別され、また、土壌は砂質土（主な発生地：住宅地、学校・公園等公共施設、商業施設等）約 ~~900~~700 万 m<sup>3</sup>、粘性土（主な発生地：農地、森林等）約 ~~1,100~~600 万 m<sup>3</sup> からなると推定される。

### （2）放射能濃度等

除去土壌の放射性セシウムの放射能濃度（平成 ~~27~~30 年 ~~10~~11 月時点における推計値）は、8,000 Bq/kg 以下が約 ~~1,000~~1,070 万 m<sup>3</sup>（~~砂質土約 600 万 m<sup>3</sup>、粘性土約 400 万 m<sup>3</sup>~~）、8,000 Bq/kg 超 ~~10 万 Bq/kg 以下~~ が約 ~~1,000~~230 万 m<sup>3</sup>（~~砂質土約 300 万 m<sup>3</sup>、粘性土約 700 万 m<sup>3</sup>~~）、~~10 万 Bq/kg 超は主として粘性土で 1 万 m<sup>3</sup> であると推計される<sup>1</sup>。~~ なお、焼却灰の性状及び放射能濃度については、今後の焼却処理の実施結果に基づき整理する必要がある。

中間貯蔵開始 30 年後には、放射性セシウムの放射能濃度は、事故当初の 4 分の 1 以下に物理減衰し、除去土壌等の総発生見込み量のうち約 ~~7.8~~割超 は 8,000 Bq/kg 以下に、~~残りの約 3 割は 8,000～10 万 Bq/kg になると推計される。~~

放射性物質はエネルギー的に不安定な原子核からなり、放射線として外部にエネルギーを放

<sup>1</sup> 除去土壌等の中間貯蔵施設の案について（平成 26 年 5 月、中間貯蔵施設等福島現地推進本部）における除去土壌等の放射能濃度を H27 年 1 月時点で補正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（第 9 回、平成 30 年 12 月）資料 4 による

出することで安定的な状態に移行する。放射性セシウム 134 ( $^{134}\text{Cs}$ ) と 137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) が放射線を放出して安定的な状態に移行する場合を比べると、 $^{134}\text{Cs}$  の方が  $^{137}\text{Cs}$  の約 2.7 倍程度空間線量率に寄与する放射線を放出する。一方、 $^{134}\text{Cs}$  及び  $^{137}\text{Cs}$  の放射能濃度比は、事故当初にはおおむね 1 対 1 であったが、 $^{134}\text{Cs}$  (半減期約 2 年) は  $^{137}\text{Cs}$  (半減期約 30 年) に比べ早く物理減衰し、中間貯蔵が開始された平成 27 年 (2015 年) 3 月時点ではその放射能濃度比は 1 対 3 程度、中間貯蔵開始後 15 年には 1 対 300 程度に減衰する。すなわち、 $^{134}\text{Cs}$  による空間線量率への寄与度は、中間貯蔵開始時には約 4 割程度であったものが、中間貯蔵開始 15 年後以降には百分の一程度と非常に小さくなる。そのため、一定量の除去土壌等に含まれる放射性セシウムの放射能濃度が一定になるようにして比較した場合、時間の経過に伴い空間線量率としては減少し、逆に、空間線量率が一定になるようにして比較した場合、時間の経過に伴い除去土壌等の放射能濃度としては増加することとなる。

### (3) 土壌中の放射性セシウムの存在形態及びその挙動<sup>2</sup>

これまでの種々の研究によれば、セシウムの化学的特徴として、土壌中の細かい粒子によく吸着し、土に含まれる雲母などの鉱物の層間に強固に固定されている場合は、通常想定される降雨等によっては容易に溶出しにくい性質があることが明らかとなっている。ただし、カリウムイオンやアンモニウムイオンが存在する環境条件では、それらが土に固定されているセシウムイオンと交換されうること、土壌からセシウムを溶出させる可能性がある。しかし、一般環境下で想定されるそれらのイオン濃度では、溶出を促進するほどの影響はなく、さらに、溶出した場合でも速やかに新たな土壌に再吸着されると考えられている。また、環境省が実施した再生資材を用いた実証事業において、試験盛土の浸透水の放射性セシウムの放射能濃度が、事前に行った安全評価と比較して大幅に低いことを確認した。

このため、土壌中の放射性セシウムは、時間が経過してもほとんど移動せず、土壌そのものが流出する場合等を除き、土壌からの溶出により公共用水域や地下水の汚染を生じさせるおそれはほとんどないと考えられている。

## 4. 基本的な考え方

中間貯蔵施設に搬入される除去土壌等は最大約 2,200,330 万  $\text{m}^3$  (ただし、平成 30 年 (2018 年) 10 月時点において定量的な推計が困難な帰還困難区域の除染等で発生した (発生することが見込まれる) 除去土壌等は含まれていない。) と推計され、全量をそのまま最終処分することは、必要な規模の最終処分場の確保等の観点から実現性が乏しいと考えざるを得ない。最終処分が必要となる量を減少させるためには、本来貴重な資源である土壌からなる除去土壌等を何らかの形で利用することが考えられるが、放射性物質を含む除去土壌等はそのままでは利用が難しい。このため、適切な前処理や減容技術の活用により除去土壌等を処理する汚染の程度を低減させる分級等の物理処理を実施することで放射能濃度の低い土壌等を分離し、用途先で用いられる部材の条件に適合するよう品質調整等を行い、管理主体や責任主体が明確となっている一定の公共事業等に限定し再生利用する。この再生利用の対象となる土壌等 (以下「浄化物」) の量を可能な限り増やすことにより、最終処分量の低減を図る。また、中間貯蔵施設への輸送の負担の軽減等の観点か

<sup>2</sup>環境省 環境回復検討会 (第 15 回、平成 27 年 6 月) 資料 2-2 を引用



ら、地元の理解・信頼を得て浄化物再生資材の再生利用が可能である場合には、除去土壌等の減容・再生利用を中間貯蔵施設への搬入前に実施することも検討する。なお、実事業に用いる処理技術の選定に当たっては、処理効率や処理能力といった技術面に加え、前処理、減容処理、再生利用、最終処分等のすべての工程にかかるトータル・コストや環境等への派生的影響も考慮する。さらに、減容処理においては、放射能濃度の高い濃縮物土壌等も同時に発生するため、その最終処分方法を含む取扱いについても検討する。

30年以内の福島県外での最終処分に向けて、最終処分場の選定には長い期間を要することが想定され、また、最終処分場の整備や最終処分場への対象物の搬入に当たっても相当程度の期間を要することが想定される。したがって、早期に技術開発を完了し、最終処分の方向性を明確化するとともに、減容処理の実施に移行することが重要である。このため、土壌等の減容・再生利用に必要な技術の開発の目標や優先順位を明確にし、処理を実施するための基盤技術の開発を今後10年程度(2024年度)で一通り完了することを目指す。なお、基盤技術の開発を一通り完了した以降も更なる効率化やコスト削減等に関する技術開発は引き続き実施する。

最終処分量の低減を図るためには、浄化物の再生利用の実現が鍵となる。このため、安全性の確保を大前提として、すべての技術開発の完了を待つことなく、技術的に可能な分野から順次再生利用の実現を図る。その際、時間の経過に伴う放射能濃度と空間線量率に係る相関関係の変化（3.（2）参照）や放射性セシウムの存在形態及びその挙動（3.（3）参照）を踏まえた適切な取扱いを検討する。

再生利用の実現に向けては、浄化物再生資材を再生利用することの必要性やその安全性が社会的に受け入れられるとともに、仕組として社会に実装されるための環境整備が必要である。このため、情報の発信、コミュニケーション（双方向の情報交換）、実証的又はモデル的な再生利用の取組等を通じ、安全・安心に対する全国民的な理解・信頼の醸成とともに、再生利用に関するステークホルダーを明確にした上で、その各主体の理解・信頼の醸成を図る。この際、特に再生利用先の創出や社会的受容性向上のために、幅広いステークホルダーに対するインセンティブが不可欠であり、関係する府省庁、自治体等と連携して、経済的・社会的・制度的側面から検討を進める。

技術開発等を計画的に進めるため、今後本戦略を策定した平成28年度(2016年度)から10年程度で達成すべき技術開発戦略の目標（以下、「戦略目標」という。）及び中間年度（平成30年度(2018年度)）における目標（以下、「中間目標」という。）を設定し、戦略の進行管理を行ってきた。この際今後も、東日本大震災からの復興・創生期間における各分野の取組、スケジュール等も勘案することとするしつづ、引き続き戦略の進行管理を行う。

## 5. 減容・再生利用技術の開発

### （1）各技術の現状

震災発生以降、政府（内閣府及び環境省）では、民間企業等有する技術を広く公募し、そ

の中から選定された技術の実証・評価等を通じて、減容処理に関連する技術の蓄積を図ってきた。これまでの実証事業や国内外の文献調査等の結果を踏まえ、除去土壌等の減容処理に用いることが可能と考えられる主な技術の概要・特徴を整理すると以下のとおりである。また、政府による実証事業のほか、国立環境研究所（NIES）における汚染廃棄物の減容処理技術を含む廃棄物処理システム全体に関する研究や日本原子力研究開発機構（JAEA）等における土壌減容処理技術に関する研究等が継続的に進められている。

#### ①土壌の分級処理技術

- ・分級処理は、放射性セシウムが土壌のうち細粒分（シルト・粘土）に付着しやすいという特性を踏まえ、土壌を細粒分と砂・レキに分離する方法であり、同様の特性を持つ重金属を分離する技術として従来から多用されている技術である。
- ・重金属除去技術として実績があることから、要素技術としては実用化段階の技術が多く、また、大量かつ比較的安価に処理が可能という特徴を有している。一方、重金属の場合と異なり、線量が比較的高くなる分離した細粒分の取扱い、使用した機器のメンテナンスにおける被ばく対策、粘土分の割合が高い土壌や砂・レキの表面に固着した放射性セシウムの分離等の課題がある。

#### ②土壌の化学処理技術

- ・化学処理は、強酸等の溶媒を用いて土壌中の放射性セシウムを溶媒中に溶出させることで土壌からセシウムを分離する方法であり、溶液中のセシウムは吸着剤等で回収する。
- ・分級処理と比較して分離の効率がよく、砂質土に加え粘性土にも効果が期待される。一方、分級処理と比較してコストが高いこと、分離後の土壌に含まれる溶媒の処理や吸着剤の安定性評価、放射性セシウムでの技術実証の実績が限定的等の課題がある。

#### ③土壌の熱処理技術

- ・熱処理は、土壌に反応促進剤を添加した上で加熱し、放射性セシウムを一旦揮発させ分離した後、冷却・捕集する方法である。
- ・土壌の性状（砂質土、粘性土）によらず適用でき、高効率で放射性セシウムの分離が可能である。一方、分級処理や化学処理に比べてコストが高いこと、処理対象物によっては相当量の反応促進剤が必要となること、土壌の性状・組成が変化した生成物の取扱い、~~放射性セシウムでの技術実証の実績が限定的~~等の課題がある。

#### ④焼却灰（飛灰）の洗浄処理技術

- ・飛灰の洗浄処理は、一般的に飛灰に付着している放射性セシウムが水に溶けやすい特性を踏まえ、放射性セシウムを水に溶出・分離する方法であり、水溶液中のセシウムは吸着剤等で回収する。
- ・高効率で放射性セシウムの分離が可能である一方、排水処理や吸着剤の安定性評価、放射性セシウムでの技術実証の実績が限定的等の課題がある。



### ⑤焼却灰（主灰・飛灰）の熱処理技術

- ・焼却灰の熱処理は、必要に応じて反応促進剤を添加した上で加熱し、焼却灰中の放射性セシウムを一旦揮発させ分離した後、冷却・捕集する方法である。
- ・主灰・飛灰によらず適用でき、高効率で放射性セシウムの分離が可能である一方、洗浄処理に比べてコストが高いこと、処理対象物によっては相当量の反応促進剤が必要となること、放射性セシウムでの技術実証の実績が限定的等の課題がある。
- ・中間貯蔵施設において焼却灰の熱処理を行うため施設の整備が進んでいる。

## （２）取組方針

今後本戦略を策定した平成 28 年度（2016 年度）から 10 年以内で基盤技術の開発を一通り完了するため、戦略目標及び中間目標において優先順位を明確化し、技術開発、実証試験等の取組を進めている。前処理、減容処理、再生利用、最終処分等にかかるトータル・コストも視野に入れつつ、実現性及び費用対効果の高い技術を優先する。浄化物再生資材の再生利用先として土木資材等への実証的又はモデル的活用を行い、放射線防護のための管理技術の有効性等の確認を行う。

技術の成熟度が高く、除去土壌等の大量かつ安価な処理が可能な基盤技術として用いられることが確実な土壌の分級処理技術について優先的に実用化を図る。小規模技術実証・評価事業等を通じて、除去土壌の高度処理や焼却灰の減容処理のうち、コスト、処理効率・効果、実用可能性等の観点から優位性が認められる技術を選定し、検討会での検討を踏まえ、段階的に実用化を図る。なお、減容処理後の浄化物の「再生資材化した除去土壌の安全な再生利用に係る基本的考え方」（後述）、再生利用の見通し、最終処分の方向性の検討を踏まえ、実用途に用いる技術を決定する。

除去土壌を減容する基本的な処理工程は、まず異物除去を行い、その後、各種減容処理（分級処理、熱処理、化学処理等）の単独又は組合せとする。その際、対象土壌の放射能濃度と物理減衰による経時変化を考慮して、処理方式や実施時期を定める。この際、熱処理、化学処理等の高度処理は、分級処理後の放射能濃度の比較的高い土壌に適用することを基本とする。なお、高度処理技術を適用する場合、処理後に発生する濃縮物放射能濃度の高い土壌等は吸着剤等により更に高濃度の回収物になるため、その取扱いや最終処分に当たって、作業員の放射線管理、最終処分のための安定化措置の必要性等に留意が必要である。

焼却灰の減容処理についても、除染率が高く浄化物放射能濃度の低い生成物が得られる一方、濃縮率も高いことから、適用する場合、処理後に発生する濃縮物放射能濃度の高い残渣の取扱いや最終処分に当たって、作業員の放射線管理、最終処分のための安定化措置の必要性等に留意が必要である。

## （３）取組目標

異物除去、品質調整等の前処理技術については、除去土壌の搬入時の放射能濃度等による選

別（スクリーニング）等の放射線影響に関する安全性確保に係る技術を確立することで実事業への移行が可能な段階である。

土壌の分級処理技術については、処理プロセスの各段階における放射線影響に関する安全性を確保しつつ、安定的かつ大規模に処理できるシステム技術を確立することで実事業への移行が可能な段階である。

土壌の高度処理については、小規模技術実証事業を通じた技術評価等により、技術情報が蓄積されてきているが、実事業化に向けた技術の絞り込みやシステム技術実証を実施するためには、新技術の開発を含む更なる技術情報の蓄積が必要である。

~~焼却灰の減容処理技術については、小規模技術実証事業を通じた技術評価等により、技術情報の蓄積がなされてきているが、実事業化に向けた技術の絞り込みや、システム技術実証を実施するためには、小規模技術実証事業とは別途飯館村蕨平地区で実施されている焼却灰と除去土壌を対象とした実証試験等の結果を含め更なる技術情報の蓄積が必要である中間貯蔵施設内で整備する仮設灰処理施設において処理されることとなっている。~~

浄化物再生利用の対象となる土壌等を用途に応じた品質調整によって再生資材化し、施工・管理する技術は、施工現場レベルでのノウハウも含めて多くの知見・経験が蓄積されており、再生利用に当たっての放射線管理技術を確立することで実事業への移行が可能な段階である。

これらを踏まえ、中間目標は以下のとおりとするした。

- ・スクリーニング時から出荷されるまでの各段階で放射線影響に関する安全性を確保しつつ、安定的かつ大規模に低コストで処理できる分級処理システム技術を確立する。
- ・土壌の熱処理、化学処理等の高度処理について、小規模技術実証・評価事業等を通じて、国直轄で実施するシステム技術実証の候補となる処理技術を特定する。
- ・焼却灰の減容処理技術について、既存施設における実証試験により技術情報の蓄積を図るとともに、小規模技術実証・評価事業等を通じて、追加的に国直轄で実施するシステム技術実証の候補となる処理技術を特定する。
- ・浄化物再生利用の対象となる土壌等を再生資材化する工程や再生利用時におけるスクリーニング技術、モニタリング技術、被ばく管理技術、遮へい技術等の放射線管理技術を確立する。

また、戦略目標は以下のとおりとする。

- ・土壌の高度処理について、処理工程における作業者の放射線影響に関する安全性を確保しつつ、分級処理が困難な粘性土や放射能濃度の高いものから浄化物再生資材を確実に得ることができるシステム技術を確立する。
- ~~・焼却灰の減容処理について、処理工程における作業者の放射線影響に関する安全性を確保しつつ、浄化物を確実に得ることができるシステム技術を確立する。~~
- ・減容処理後に生じる高濃度濃縮物放射能濃度の高い土壌等について、最終処分に向けた取扱

技術を確立する。

#### (4) 目標達成に向けた具体的な取組

本戦略を策定した平成 28 年度 (2016 年度) 以降、中間年度 (平成 30 年度 (2018 年度)) までに以下の取組を実施してきた。

除去土壌等の放射能濃度区分や物量を把握した上で、減容・再生利用技術の現状を把握し、それらの評価を行い、平成 30 年度 (2018 年度) 時点において、放射能濃度が 8,000Bq/kg 以下の土壌は約 80%との試算等を行っている (平成 27 年度 (2015 年度) ~)。

将来的に活用の可能性のある技術 (除去土壌の熱処理及び化学処理、焼却灰の熱処理及び洗浄処理等) を対象に、小規模の実証試験による評価を行い、その結果を直轄型のシステム技術実証試験の対象技術選定に活用するし、平成 30 年度 (2018 年度) 時点で、除去土壌や焼却灰の減容・再生利用技術の現状把握、評価を実施している (平成 28 年度 (2016 年度) ~)。

地元の理解と再生利用先の確保を前提として、分級処理前の低濃度土壌を用いた土木資材等への先行的活用の可能性調査及び実証試験を行い、施工中及び施工後のモニタリングを継続的に実施し、この手法における安全性を確認している (平成 27 年度 (2015 年度) ~)。

技術の成熟度が高く、大量かつ安価に処理が可能な分級処理のシステム技術実証試験を先行して実施し (平成 28 年度 (2016 年度) ~30 年度 (2018 年度))、引き続き、土壌の高度処理、焼却灰の減容処理技術のシステム技術実証試験を行っている。また、分級処理後の浄化物再生資材を土木資材等にモデル的に活用する実証試験を行う (平成 28 年度 (2016 年度) ~)。この結果、分級処理技術において処理対象となる土壌の性状や放射能濃度に応じた処理特性を把握するとともに、分級処理の際の放射線影響に関する安全性を確認している。

中間貯蔵施設内には、各種の実証試験、モデル事業等の研究開発施設の設置が想定されることから、減容処理技術の開発や研究機関等における関連技術の研究の動向も踏まえて、これらの研究開発施設の運営方針等について検討を行っている (平成 29 年度 (2017 年度) ~30 年度 (2018 年度))。

平成 31 年 (2019 年) 度以降は、戦略目標として、以下の取組を実施する。

引き続き、将来的に活用の可能性のある技術を対象とした小規模の実証試験を推進する (平成 31 年 (2019 年) 度~)。

分級処理技術以外のシステム技術開発を実施するとともに、再生資材の土木資材へのモデル的活用に関する実証試験を実施する (平成 31 年 (2019 年) 度~)。具体的には、土壌を対象とした化学処理、熱処理等の減容処理技術、仮設灰処理施設で生成する飛灰を対象とした灰洗浄処理

技術、最終処分に向けた放射能濃度の高い土壌等の安定化技術等を注力すべき技術分野としてシステム技術開発を検討する。

## 6. 再生利用の推進

### (1) 浄化物再生資材の発生見込み量

最大約 2,200,330 万 m<sup>3</sup> と試算される除去土壌等について、研究レベルでの性能が実機でも発揮されると仮定し、各種減容技術の適用の有無による場合分けにより、最終処分必要量の試算<sup>3</sup>を行った。その結果、現時点で想定されるすべての減容処理技術を適用した場合、最終処分必要量を9割以上削減できる技術的可能性があり、その削減分に応じて再生利用対象となる浄化物再生資材が発生することが示された。浄化物再生資材の発生見込み量については、今後の技術開発等の進捗を踏まえ更に精査し、その実現性を十分に評価していく。

### (2) 取組方針

浄化物再生利用の対象となる土壌等は、品質調整、二次製品化等のプロセスを経て土木・建築工事等で利用可能な再生資材となる。再生資材の利用を推進するためには、特措法等に基づき、一般公衆や作業者に対する放射線影響に関する安全性を確保することが大前提となる。大量に発生する再生資材については、いわゆるクリアランスレベル<sup>4</sup>の考え方を適用して広く無制限に流通させることが現実的とは考えにくい。このため、管理主体や責任体制が明確となっている一定の公共事業等における盛土材等の構造基盤の部材に限定し、追加被ばく線量評価に基づき、追加被ばく線量を制限するための放射能濃度の設定や覆土等の遮へい措置を講じた上で、適切な管理の下で使用することを目指す。

これを実現するため、追加被ばく線量評価、放射線防護のための管理の考え方など、減容処理後の浄化物の「再生資材化した除去土壌の安全な再生利用に係る基本的考え方」（以下、「再生利用の基本的考え方」という。）を示すとともにしたところであり、利用先の創出・マッチング、社会的受容性の確保方策、社会的・経済的インセンティブ等を含む利用促進方策、実施方針等を順次策定する。

併せて、実証事業、モデル事業等を通じて、地域住民等のステークホルダーや幅広い国民の理解・信頼を得つつ、関係府省庁、自治体等と連携して再生利用先の具体化を図り、できるだけ早期に再生利用を本格化させることを目指す。この際、放射線影響に関する安全性については、その知見を有している再生資材の供給側において、関連する知見を有する専門家とも連携し、地域住民、自治体等に対して特に丁寧な説明を行っていく。各関係主体からの理解・信頼を醸成し、また、それを拡大・深化させるため、再生利用に係る一連の取組全体に関する情報の積極的な公開や対話を通じたノウハウの蓄積を図る。

<sup>3</sup> 第2回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（平成27年12月21日）資料3-  
[http://josen.env.go.jp/chukanchozou/facility/effort/investigative\\_commission/pdf/proceedings\\_151221\\_03.pdf](http://josen.env.go.jp/chukanchozou/facility/effort/investigative_commission/pdf/proceedings_151221_03.pdf) 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（第9回、平成30年（2018年）12月）資料4による

<sup>4</sup> 放射性物質によって汚染されたものを一般社会に広く還元し再利用することの可否を判断するために定められたものであり、通常は、放射性物質として扱う必要がないものとして、放射線防護に係る規制の枠組から外す際に適用されるものである。



なお、利用用途に応じた品質の再生資材を効率的に生成するため、除去土壌等の輸送や貯蔵作業の効率性に支障を生じないように配慮しつつ、将来適用する可能性がある減容処理技術の特徴や性能を念頭に置いて、中間貯蔵時において、土壌等の性状、物理減衰を考慮した放射能濃度等で一定の区分をして保管や管理を実施する。

### (3) 取組目標

一般の建設発生土、災害廃棄物、福島県内の公共工事における建設副産物、災害廃棄物から再生された資材を再生利用する際の既存の指針等は存在するが、除去土壌等を対象とした再生利用の考え方は明確にされていない。

中間目標としてそのため、本戦略では、再生利用の基本的考え方を明確化するとともに、分級処理後の浄化物再生資材を主な対象に、再生利用に係る知見や実績を蓄積し、社会的受容性を段階的に向上させることを目的とした実証事業やモデル事業を実施する。再生資材の利用を円滑に進めるため、既存の公共事業等に係る環境関連法令等も含め、現場での再生資材の利用や管理の際の留意点を整理した「福島県内における除染等の措置に伴い生じた土壌の再生利用の手引き（仮称案）」（以下、「再生利用の手引き（案）」という。）を作成することとした。

戦略目標として、放射線影響に関する安全性の確保を大前提として、地域住民等のステークホルダーや幅広い国民の理解の下、可能な限り早期に、実用途における再生利用を本格化させる。

### (4) 目標達成に向けた具体的な取組

本戦略を策定した平成 28 年度（2016 年度）以降、中間年度（平成 30 年度（2018 年度））までに以下の取組を実施してきた。

再生資材等の利用動向や要求品質の調査、放射線影響に関する安全性確保の検討を行い、除去土壌の再生利用について、~~の~~利用先を限定し、放射能濃度の限定、覆土による遮へい等の適切な管理で実施することなどを整理した再生利用の基本的考え方を取りまとめた（平成 27 年度（2015 年度）～28 年度（2016 年度））。この基本的考え方を踏まえ、各用途に応じて、現場での再生資材の利用や管理の際の留意点を整理した再生利用の手引き （案） を作成するしている（平成 28 年度（2016 年度）～30 年度（2018 年度））とともに、モデル事業等を踏まえて再生利用の手引きの充実を図る（平成 31 年度～）。

再生資材の利用側である関係府省庁、企業等と連携し、再生利用の促進方策、実施方針等の検討、取りまとめ、再生利用の実績を踏まえた方策の見直し等を行う（平成 28 年度～）。

再生資材の利用に対する社会的受容性を段階的に向上させるため、再生利用の手引きや促進方策を検討するための実証事業や、安全な再生利用の実事例を示すことで本格化に向けた展開を図るためのモデル事業を実施するを実施している（平成 28 年度（2016 年度）～）。

再生資材の利用先の具体化のための調査・検討を行い、再生利用先の見通しが付いた段階で順次再生利用を開始し、その後、再生利用の本格化を推進するった（平成 29 年度（2017 年度）～）。

平成 31 年度（2019 年度）以降は、戦略目標として、以下の取組を実施する。

実証試験、モデル事業等を踏まえ、再生利用の手引き（案）を充実化する（平成 31 年度（2019 年度）～）。

再生資材の利用側である関係府省庁、企業等と連携し、利用先の創出・マッチング、社会的受容性の確保方策、社会的・経済的インセンティブ等を含む再生利用の促進方策、実施方針等の検討、取りまとめ、再生利用の実績を踏まえた方策の見直し等を行う（平成 28 年度（2016 年度）～）。

安全な再生利用の実事例を示すことで本格化に向けた展開を図るため、社会的受容性を向上させることを目的としてモデル事業を実施するとともに、安全性の確保を大前提として、再生利用先の見通しが付いた段階で可能な限りに早期に順次再生利用を開始し、改めて実用途における再生利用の本格化を推進する（平成 31 年度（2019 年度）～）。

## 7. 最終処分の方角性の検討

### (1) 取組方針

最終処分場の選定のためのプロセスを開始する前提として、基盤技術の開発が終了する時期までに、その時点における技術開発の進捗状況や再生利用の将来見込みを踏まえて、最終処分が必要な土壌等の放射能濃度や量を段階的に絞り込み、最終処分される土壌等や処理後の濃縮物放射能濃度の高い土壌等の性状、最終処分場の構造や必要面積について一定の見通しを立てる。

最終処分場の構造等の検討に当たっては、最終処分の対象となる土壌等が、原子力発電事業等に伴い発生する複数の核種を含む放射性廃棄物とは異なり、核種が<sup>134</sup>Cs及び<sup>137</sup>Csに限定され、その濃度も放射性廃棄物のうち放射能レベルの比較的低い廃棄物の濃度（<sup>137</sup>Csで最大1,000億Bq/kg）<sup>5</sup>に比べて大幅に低いことが想定されること等を踏まえるものとする。

### (2) 取組目標

発電事業等に伴い発生する複数の核種を含む放射性廃棄物については、原子炉等規制法に基づき最終処分場の構造及び維持管理の要件が定められているが、除去土壌等についてはこれらの要件が明らかになっておらず、技術開発や再生利用の進捗状況等を踏まえ、技術的要件を新

<sup>5</sup> 核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の第二種廃棄物埋設の事業に関する規則（昭和六十三年一月十三日総理府令第一号）別表第一、ピット処分の対象となる放射性廃棄物の濃度上限値



たに検討する必要がある。

そのため、本戦略では、中間目標として、最終処分される土壤等や処理後の濃縮物放射能濃度の高い土壤等の性状や放射能濃度、処分量に応じて、最終処分場に要求される施設構造等の要件を整理することとした。

戦略目標として、最終処分場の構造、必要面積等について、実現可能と考えられるいくつかの選択肢を提示する。

### (3) 目標達成に向けた具体的な取組

本戦略を策定した平成 28 年度 (2016 年度) 以降、中間年度 (平成 30 年度 (2018 年度)) までに以下の取組を実施してきた。

種々の最終処分シナリオに応じた減容技術の組合せの検討を行いつている (平成 27 年度 (2015 年度) ~30 年度 (2018 年度))、適切な減容技術の絞り込み及び最終処分の方式に係る検討を行う (平成 31 年度~)。

核種が  $^{134}\text{Cs}$  及び  $^{137}\text{Cs}$  に限定されることを踏まえ、土壤等や処理後の濃縮物放射能濃度の高い土壤等の性状や放射能濃度、処分量に応じて最終処分場に要求される施設構造等の要件を整理している (平成 28 年度 (2016 年度) ~30 年度 (2018 年度))、土壤等や処理後の濃縮物の放射能濃度と量等の見通しを踏まえて、最終処分場の構造、必要面積等について、複数の選択肢を検討する (平成 31 年度~)。

平成 31 年度 (2019 年度) 以降は、戦略目標として、以下の取組を実施する。

減容処理技術の有効性、適用範囲等を見極めることにより、減容処理技術の絞り込みを行う (平成 31 年度 (2019 年度) ~)。

最終処分の対象となる土壤等の性状、放射能濃度、処分量等について精緻化を進め、最終処分の方式に係る検討を行うとともに、最終処分場の構造や必要面積等に係る選択肢を検討する (平成 31 年度 (2019 年度) ~)。

## 8. 全国民的な理解の醸成等

### (1) 取組方針

中間貯蔵開始後 30 年以内の福島県外での最終処分を実現するためには、再生利用や最終処分に対する全国民的な理解が必要不可欠であることから、関係府省庁、自治体、関係団体、専門家、学術・教育機関、NPO 等と連携して情報共有や相互理解を進めつつ、国民に対する情報発信、普及啓発等の取組を地道に、かつ継続して進める。

対象主体ごとに訴求する内容と手段を選択し、焦点を絞った情報発信、普及啓発等の取組を行う。特に、放射線のリスクと身近なリスクとの分かりやすい比較や、実証的・モデル的な再生利用の実事例を提示するなど、安全・安心を実感可能とする取組を重点的に実施する。取組の実施に当たっては、環境省自らが実施するほか、NPO や学術・教育機関（大学、高専、学術団体等）等による自主的活動との連携やその活動支援など、幅広い主体の活動の促進を図る。

## （２）取組目標

技術開発や再生利用の考え方及び進め方、放射線影響に関する安全性等に対する全国的な理解・信頼の醸成を進める。特に、実証試験、モデル事業、さらには本格的な再生利用が円滑に進むよう、地元自治体、地域住民等による社会的受容性の段階的な拡大・深化を図る。これらの取組を通じて得られた知見・経験を再生利用等の取組に反映する。

## （３）目標達成に向けた具体的な取組

本戦略を策定した平成 28 年度（2016 年度）以降、中間年度（平成 30 年度（2018 年度））までに以下の取組を実施してきた。

一般の国民等を対象に本戦略の内容や放射線による健康影響に係る知識等を普及啓発し、再生利用や最終処分に関する情報交換や議論を促進するため、ウェブサイト等を通じた各種取組の進捗等に係る情報公開・情報発信、専門家と市民との対話等を実施するしている（平成 27 年度（2015 年度）～）。また、理解醸成活動の効果測定及び今後の活動の参考とするため、除去土壌の再生利用に関する現状の関心、認知度等について全国の 20 代～60 代の男女を対象に WEB アンケート調査を実施している（平成 30 年度（2018 年度）～）。

技術開発の進捗に応じ、企業、専門家、学術・教育機関等を対象に技術実証試験の評価結果の公開や技術関連イベントを通じた成果報告を実施するしている（平成 27 年度（2015 年度）～）。浄化物再生資材のモデル的活用に関する実証試験を円滑に進めるため、地元自治体、地域住民等を対象に、その必要性、放射線影響に関する安全性等に係る対話型・参加型の理解・信頼醸成活動を実施するしている（平成 28 年度（2016 年度）～）。

再生利用に係る取組の進捗に応じ、以下の取組を実施するしている。

- ① 関係府省庁、自治体、専門家等を対象とした、再生利用の基本的考え方、再生利用の手引き、促進方策、実施方針等の検討過程における意見交換・対話、その取りまとめ結果の情報発信及び継続的なコミュニケーション（平成 28 年度（2016 年度）～）
- ② 自治体、学術・教育機関、企業等を対象としたモデル事業への参加・協力の働きかけ、事業実施場所の地元自治体、地域住民等を対象とした、事業の必要性、放射線影響に関する安全性等に係る対話型・参加型の理解・信頼醸成活動（平成 28 年度（2016 年度）～）
- ③ 関係府省庁、自治体、企業、NPO 等を対象とした、説明会の開催、土木・建築素材に関する展示会等への出展、減容化施設等の視察会の開催等を通じた情報提供（平成 28 年度（2016 年度）～）

平成 31 年度（2019 年度）以降も、これまでの取組を引き続き実施する。特に、除去土壌の再生利用に関する WEB アンケート調査結果により、認知度向上が事業に対する受容につながる可能性が考えられることから、技術開発や再生利用の考え方及び進め方、放射線影響に関する安全性等に対する全国民的な理解・信頼の醸成を促進する。

## 9. 国内外の研究開発機関等との連携等

NIES、JAEA 等の国内外の研究機関等と連携・役割分担しつつ、減容技術等の技術開発、実証試験を効率的に行っている。また、放射線影響に関する安全性を始め減容・再生利用に係る最新の知見を取り入れるため、国際機関との対話や二国間対話等における国際的な情報交換やレビュー等に努めてきた。世界的に前例のない除去土壌等の減容・再生利用に関する我が国の取組は、貴重な経験・知見として世界に貢献すると考えられることから、海外にも広く発信し、共有するを行っている。

また、技術開発や再生利用を着実かつ持続可能な形で進める上では、特に次世代を担う若手の育成や、技術面のみならずリスク・コミュニケーション能力を有する人材の育成が重要であり、長期的な体制整備のため、学術・教育機関、NPO 等との連携の強化や様々な取組を協働して行う機会を通じて、必要な人材の育成を図っている。

## 10. 本戦略の進行管理

中間年度において中間目標の達成状況等を総合的にレビューし、平成 30 年度（2018 年度）に見直しを実施した。

引き続き、検討会において、国内外における減容・再生利用技術の開発状況を継続的に把握・評価するとともに、取組方針、取組目標、目標達成に向けた具体的な取組等について進捗状況のレビューを行い、随時、本戦略の精緻化等を行う。~~特に、中間年度においては、中間目標の達成状況、それ以降の技術開発や再生利用の見通し等を総合的にレビューし、本戦略の見直しを行う。~~

## 11. おわりに

中間貯蔵開始後 30 年以内の県外最終処分に向けて、本戦略に基づき、今後本戦略を策定した平成 28 年度（2016 年度）から 10 年程度で基盤技術の開発を一通り完了し、再生利用を本格化することを目指し、減容処理技術及び再生利用技術の開発、再生利用の推進、最終処分の方向性の検討等の取組を政府のみならず我が国の総力を結集して進めることとする。他方、再生利用先の具体化、本格実施や、全国的な理解・信頼の醸成等の取組は、その後も長期的に継続実施していく必要がある。

また、8つのステップのうちステップ5以降に相当する最終処分方式の具体化、最終処分地に係る調査検討・調整、整備、搬入、中間貯蔵施設からの除去土壌等の取り出し・搬出方法の検討、跡地利用の検討等のプロセスを基盤技術の開発完了後に本格化する必要がある。現時点において、これらのプロセスの具体的な工程を示すことは現実的に困難であるが、今後本戦略を策定した平成 28 年度（2016 年度）から 10 年程度の間には技術開発のみならず、再生利用や最終処分の方向性の検討を精力的に進めることにより、戦略目標の時期までには、その時点での各種検討の進捗を踏まえて、最終処分の実施に向けたある程度具体的な工程を示すことができるよう最大限努力することとする。