

行政情報

福島県内の除去土壌等の取組を中心とした 東日本大震災復興の取組

山 田 浩 司

東京電力福島第一原子力発電所の事故によって大量の放射性物質が環境中に放出された。その環境汚染の対処のため面的除染を実施し、帰還困難区域を除き、2018年3月に8県100市町村の全てで面的除染が完了した。福島県内においては、除染に伴い生じる土壌や廃棄物の量が膨大であることから、これらを最終処分するまでの間、安全に集中的に管理・保管する施設として、技術的検討を踏まえて、中間貯蔵施設の整備を進めている。これらの土壌等は中間貯蔵開始後30年以内に県外に最終処分することとなり、県外最終処分に向けて、可能な限り対象となる量を低減するため、土壌の減容、再生利用の技術開発に関する取組を進めている。

キーワード：除染、中間貯蔵施設、除去土壌の減容・再生利用

1. はじめに

2011年3月11日に、マグニチュード9.0という日本周辺での観測史上最大の地震が発生し、それによって引き起こされた津波によって、東北地方の太平洋沿岸を中心に広範かつ甚大な被害が生じた。また、東京電力福島第一原子力発電所の事故によって大量の放射性物質が環境中に放出され、被災した多くの方々が避難生活を余儀なくされた。

2017年4月1日までに、双葉町及び大熊町を除いた居住制限区域及び避難指示解除準備区域の避難指示が解除されるという大きな節目があったが、被災地では引き続き帰還困難区域における特定復興再生拠点区域の整備や中間貯蔵施設の整備、特定廃棄物の処理等の復興・創生に向けた取組が続けられている。

環境再生に向けた取組として、避難指示が発令された区域において、除染特別地域、汚染廃棄物対策地域として国が除染、廃棄物処理を担当することとなった。また、その他の地域については、除染は国が汚染状況重点調査地域を指定し、市町村が除染を実施するとともに、廃棄物処理については、区域にかかわらず、8,000 Bq/kg 超え、環境大臣が指定したものは、指定廃棄物として、国の責任のもと適切な方法で処理することとなった。

本稿では、これらの取組のうち小職が担当する中間貯蔵施設に関連する、除染等の措置、中間貯蔵施設整備、除去土壌等の福島県外最終処分等についてのこれ

までの取組を概説する。

2. 除染等の措置

(1) 福島県内の除染等の措置により発生した除去土壌等の量

帰還困難区域を除き、2018年3月に8県100市町村の全てで面的除染が完了し、必要なフォローアップ等を実施している。このうち福島県内においては、約1,650万 m^3 （推計）の土壌や廃棄物を除去しており、可燃物の焼却等により、現時点の推計では、福島県内で仮置きまたは中間貯蔵施設に搬入された除去土壌等の総量は約1,400万 m^3 となっている。これは、中間貯蔵施設への搬入済量（国直轄除染市町村：2018年8月末、市町村除染市町村：2018年6月末時点、両者混在市町村（南相馬市、川内村、田村市、川俣町）：2018年8月末）及び輸送待機量（焼却前の可燃物を含む仮置場等で保管している量（国直轄除染：2018年8月末時点、市町村除染：2018年6月末時点）及び仮設焼却施設等で減容化し保管されている量（国直轄除染：2018年8月末時点、市町村除染：2018年6月末時点））の合計量であり、10万Bq/kg超の廃棄物、その他現時点で定量的な推計が困難な帰還困難区域の除染等で発生及び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。よって、この「約1,400万 m^3 」という量は可燃物のまま仮置場等で保管されているものが含まれる一方、今後発生が見込まれる帰還困難区

域における除染等で発生する除去土壌等が含まれておらず、中間貯蔵施設の貯蔵対象となる福島県内で発生した除去土壌や廃棄物などの最終的な量ではない。

(2) 特定復興再生拠点区域整備

2017年5月の福島復興再生特別措置法改正により、将来にわたって居住を制限するとされてきた帰還困難区域内に、避難指示を解除し、居住を可能とする「特定復興再生拠点区域」を定めることが可能となった。市町村長は、特定復興再生拠点区域の設定及び同区域における環境整備（除染やインフラ等の整備）に関する計画を作成し、同計画を内閣総理大臣が認定し、復興再生に向けて計画を推進し、計画認定から5年を目途に避難指示解除を目指すものである。2018年11月20日に、葛尾村の特定復興再生拠点区域において、建物等解体撤去等及び除染等工事に着手し、これにより、計画認定された6町村（双葉町、大熊町、浪江町、富岡町、飯館村、葛尾村）の特定復興再生拠点区域において除染等の工事に着工した。

3. 中間貯蔵施設の整備の技術的検討

(1) 経緯

福島県内においては、除染に伴い生じる土壌や廃棄物の量が膨大であることから、これらを最終処分するまでの間、安全に集中的に管理・保管する施設として、中間貯蔵施設の整備を進めている。中間貯蔵施設の整備に関しては、2013年6月から、学識経験者で構成される中間貯蔵施設安全対策検討会（以下、「安全対策検討会」という。）及び中間貯蔵施設環境保全対策検討会（以下、「環境保全検討会」という。）を開催し、中間貯蔵施設の構造や維持管理手法等に関する考え方、中間貯蔵施設における環境保全の措置等について、科学的・専門的見地から9回（安全対策検討会5回、環境保全検討会4回）にわたり議論をいただいた¹⁾。また、2013年9月には、中間貯蔵施設の整備と密接に関連する福島の復興再生に係る各種施策の総合的な実施を推進するとともに、被災地の現場において、地元関係機関との円滑、かつ迅速な協議等を行うため、復興大臣及び環境大臣を本部長とする中間貯蔵施設等福島現地推進本部を設置するなど、政府全体として体制強化も図ってきた。

その後、2014年2月に、福島県知事から地元の総意として双葉町及び大熊町への施設の集約を検討することなどの申入れがあり、国としてこれらを最大限尊重して検討を行い、同年3月27日に2町集約を含む

回答を行った。また、この間、福島県の中間貯蔵施設に関する専門家会議や中間貯蔵施設安全対策検討会における指摘も踏まえ、「除去土壌等の中間貯蔵施設の案について（中間貯蔵施設等福島現地推進本部、2014年5月）」²⁾として取りまとめを行った。

2014年12月には、これまでの安全対策検討会、専門家会議等における検討結果を基に、放射性物質汚染対処特別措置法（以下、「特措法」という。）等の既存施設に適用される規則等を参考にして、中間貯蔵施設において安全に貯蔵を行うために、構造上及び維持管理上必要と考えられる事項を「中間貯蔵施設の指針」³⁾として取りまとめを行った。本指針は、中間貯蔵施設全体に係る事項及び中間貯蔵施設を構成する各施設（受入・分別施設、土壌貯蔵施設及び廃棄物貯蔵施設）に係る事項から構成されており、各施設における搬入物の管理、施設の構造、維持管理等に適用されるものである。なお、輸送については、法、法施行規則、除染関係ガイドライン、廃棄物関係ガイドラインの他、輸送基本計画及び輸送実施計画等に基づいて実施されている。

2015年2月、福島県、大熊町及び双葉町において中間貯蔵施設への搬入受入れを容認いただき、福島県、大熊町・双葉町及び環境省との間で、「中間貯蔵施設の周辺地域の安全確保等に関する協定」⁴⁾を締結した。これを受けて、同年3月に、大熊町及び双葉町の仮置場から中間貯蔵施設の保管場へのパイロット輸送による搬入を開始した。

2016年3月、中間貯蔵施設に係る「当面5年間の見通し」⁵⁾を示した上で、用地の取得、施設の整備、除去土壌等の輸送を実施し、これまでに累計で約290万m³（2019年5月14日時点）の除去土壌等を中間貯蔵施設に搬入した。2018年12月には、「2019年度の中間貯蔵施設事業の方針」⁶⁾において、「2021年度までに、県内に仮置きされている除去土壌等（帰還困難区域を除く）の概ね搬入完了を目指す。これに向け、2019年度は、身近な場所から仮置場をなくすことを目指しつつ、400万m³程度を輸送する」等の方針を示した。

(2) 中間貯蔵施設の整備

中間貯蔵施設のうち、受入・分別施設及び土壌貯蔵施設の整備にあたっては、「中間貯蔵施設の指針」³⁾を踏まえて、より詳細に技術的な検討を行い、設備や施設の構造、仕様等を2016年に福島県が開催した「第9回中間貯蔵施設に関する専門家会議」⁷⁾に示した。

この設備や施設の構造、仕様等に従い、原則、受入・

分別施設と土壌貯蔵施設を1セットとして発注を行い、2016年から大熊町側と双葉町側のそれぞれ1工区で整備に着手し、現在、大熊町側で5工区、双葉町側で3工区の計8工区で整備を進めている（ただし、双葉3工区は、受入・分別施設を整備せず、他工区で受入・分別処理した土壌を貯蔵する）。

また、限られた用地に廃棄物貯蔵施設を整備する必要があることから、双葉町に設置する中間貯蔵施設の仮設灰処理施設においては焼却残さ（焼却灰・ばいじん。以下、同じ。）の熱処理を行うこととした。1業務当たり仮設焼却施設（150トン／日）及び仮設廃処理施設（150トン／日）で処理を行うこととし、2業務の発注を同時に行い、「その1業務」ではシャフト炉及び表面熔融炉の組み合わせ、「その2業務」ではストーカー炉及びコークスベッド式灰熔融炉の組み合わせで整備が行われており、2019年度内に運転を開始する予定としている。

（3）ICT（情報通信技術）の活用

今後、中間貯蔵施設の工事が更に進展することから、環境省では、ICT（情報通信技術）を活用した効率的な施工に取り組んでいくことにより、工事の品質と生産性を向上させ、中間貯蔵施設の整備等をさらに加速化することで、福島復興を推進していきたいと考えている。ICTの活用によって、作業時間の短縮

等による被ばく線量の低減や、燃料消費量の削減による二酸化炭素の排出抑制等の環境保全にも資すると考えている。さらに、ICTの活用により、作業に携わる方の労働環境を改善し、魅力的な職場づくりに努めたいと考えている。中間貯蔵施設におけるICTの一例として、環境省が管理している一部の入退ゲートにおいて、今年度からETC（Electronic Toll Collection System：有料道路の自動料金収受システム）による車両確認を開始した。これによりETC設置ゲートでは短時間で輸送車両の確認ができた⁸⁾。

4. 県外最終処分に向けた取組

（1）経緯

福島県内で発生した除去土壌等の最終処分は、中間貯蔵開始後30年以内に福島県外で完了することとしている。2011年11月、特措法第7条に基づく基本方針において、「減容化の結果分離されたもの等汚染の程度が低い除去土壌について、安全性を確保しつつ、再生利用等を検討する必要がある」とされた。

2014年に福島県外での最終処分に向け、8つのステップで進めていくことを提示した（図—1）。同年、中間貯蔵・環境安全事業株式会社法（平成15年法律第44号）が改正、施行され、福島の除染や復興に不可欠な施設である中間貯蔵施設の整備・運営管理等



図—1 最終処分までの8つのステップ

は、国が責任をもって行うことや、「国は、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」ことが法律上定められた。

2015年には、中間貯蔵施設が所在する大熊町及び双葉町の区域の環境の保全その他の安全の確保等を目的として、福島県、大熊町及び双葉町並びに環境省で、「中間貯蔵施設の周辺地域の安全確保等に関する協定書」⁴⁾を締結した。その中では「丙（環境省）は、福島県民その他の国民の理解の下に、除去土壌等の再生利用の推進に努めるものとするが、再生利用先の確保が困難な場合は福島県外で最終処分を行うものとする」とされている。

県外での最終処分に向けては、除去土壌等の減容技術の開発と活用等により、できるだけ再生利用可能な量を増やして、最終処分量を減らすことが重要である。そのため、2015年に、除去土壌等の再生利用に向けた技術的課題や促進策等について検討を進めていくため、外部有識者から構成される「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」という。）」を立ち上げた。この検討会の議論を受けて、2016年に技術開発・実証、再生利用の推進等を含む除去土壌等の減容・再生利用に係る「除去土壌等の減容・再生利用に関する技術開発戦略」⁹⁾（以下、「戦略」という。）及び「工程表」¹⁰⁾を示した（図－2）。また、福島県内における除染等の措置により生じた除去土壌

等を対象として、2016年に「再生資材化した除去土壌の安全な利用に係る基本的考え方」¹¹⁾を取りまとめた（図－3）。

また、戦略については、2018年度が中間年度となることから、2019年3月に見直し¹²⁾を行った。

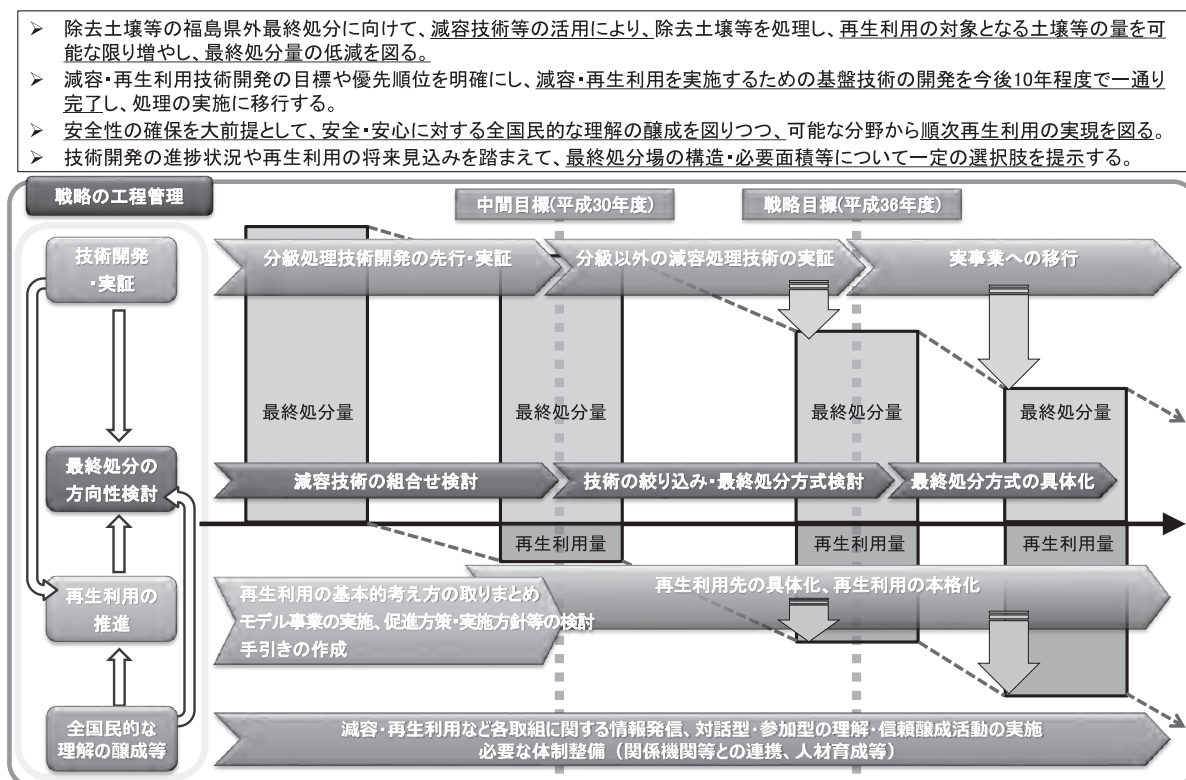
（2）除去土壌等の減容・再生利用に関する技術開発戦略の見直し

2016年に策定した戦略の中で、「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」こととされていた。2018年12月と2019年3月に開催した検討会における中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略の進捗状況の議論を踏まえ、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、戦略目標（2024年度）に向けた今後の取組を具体化する等により、2019年3月に戦略目標の達成に向けた見直しを行った。

戦略目標に向けた主な今後の具体的な取組としては以下のとおり。

〈技術開発・実証〉

- ・これまで確認してきた分級処理技術に加え、それ以外の高度処理技術の技術開発、土木資材としての活用に向けた実証事業の実施



図－2 中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略（2016年4月公表） イメージ

【基本的考え方】

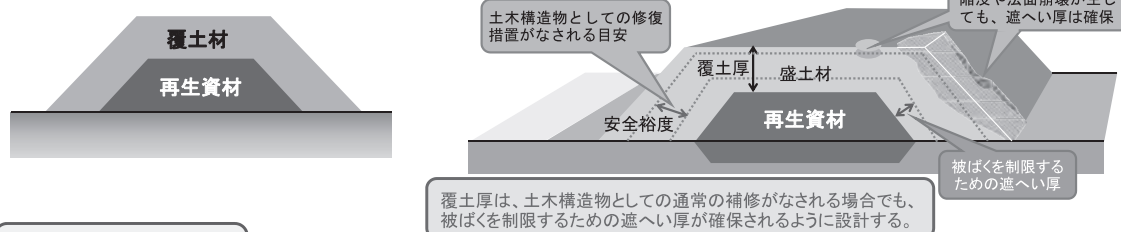
除去土壌を適切な前処理や分級などの物理処理をした後、用途先の条件に適合するよう品質調整等した再生資材(8,000Bq/kg以下を原則とし、用途ごとに設定)を、管理主体や責任体制が明確となっている公共事業等における人為的な形質変更が想定されない盛土材等の構造基盤の部材に限定した上で、適切な管理の下で限定的に利用する。

用途の限定

- 長期間にわたって人為的な形質変更が想定されない防潮堤、海岸防災林、道路等の盛土材の構造基盤の部材や、廃棄物処分場の覆土材、土地造成における埋立材・充填材、農地(園芸作物・資源作物)等に用途を限定する。

適切な管理

- 管理主体や責任体制が明確となっている公共事業等に限定。
- 追加被ばく線量を制限するための放射能濃度を設定。具体的には、追加被ばく線量が施工中1mSv/年を超えないようにする。(供用中は、その1/100を超えないように覆土等の遮へいをする。)
- 覆土等の遮へい、飛散・流出の防止、記録の作成・保管等を行う。



再生利用の進め方

再生利用の本格化に向けた環境整備として、上記の考え方に従って実証事業、モデル事業等を実施し、放射線に関する安全性の確認、具体的な管理方法の検証、関係者の理解・信頼の醸成等を行う。

図-3 再生資材化した除去土壌の安全な利用の考え方 (2016年6月)

〈再生利用の推進〉

- ・「再生利用の基本的考え方」を踏まえた再生利用先の具体化、本格化の推進
- ・「再生利用の手引き(案)」の充実化

〈最終処分の方向性検討〉

- ・減容技術の絞り込み、最終処分の方式に係る検討
- ・最終処分場の構造や必要面積等に係る選択肢の検討

〈全国的な理解醸成〉

- ・これまでの取組から得られた知見等を活かし、最終処分や再生利用に関する認知度やその必要性、安全性に関する理解醸成活動の推進

以上の取組を通じて、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、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進めるとともに、最終処分、再生利用先の具体化や本格実施に関する全国的な理解・信頼の醸成等の取組を長期的かつ継続的に実施していくこととしている。

また、2019年の第10回検討会に「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(案)(以下、「手引き案」という。)¹³⁾を示した。手引き案は、福島県内における除染等の措置に伴い生じた土壌から異物等を除去するとともに、放射能濃度を用途に応じて制限する等により資材化し、適切な管理の下での再生利用を推進するにあたり、再生資材を安全に取扱う上で追加的に考慮することが必要となる技

術的な留意事項を示している。手引き案については、引き続き、実証事業等を通じた知見を踏まえるとともに、関係機関との実務的な意見交換を通じ、必要に応じて内容の拡充、見直しを図ることとしている。

(3) 除去土壌等の減容・再生利用に関する研究開発

減容技術の一つである分級処理技術については、「除去土壌等の減容・再生利用に関する技術開発戦略」において、技術の成熟度が高く、除去土壌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であることから、優先的に実用化を図るため国直轄の実証事業を行うことされた。これを受けて、2018年から中間貯蔵施設内において、分級処理の各工程において安全性を確保しつつ、安定的かつ低コストで大量の除去土壌の減容処理を行うことのできる分級処理システム技術を確認する技術実証試験を行い、実事業への移行に関する技術的検討を行っている。具体的には、除去土壌を対象として通常分級1系列、高度分級2系列の設備を用いて、土質、放射能濃度の異なる土壌に対して分級処理を行い、分級性能、放射能収支、減容化率等のデータを取得する試験等を行った。2019年度以降も、引き続き、分級処理技術において追加的な試験を実施し、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や、分級処理の際の放射線影響に関する安全性について更なる知見の拡充を図ることとしている。

また、除去土壌等の減容、再生利用の技術開発に関

する取組として、「除去土壌等の減容等技術実証事業」を通じて、今後活用し得る除染や汚染廃棄物の処理等の技術、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、安全性等の評価・公表を行っている。

中間貯蔵施設の運営、減容・再生利用、県外最終処分を効果的に進めていくため、中間貯蔵施設区域内の実際の土壌や廃棄物を用いて、実用的、実務的な技術の開発を行う技術実証フィールドを研究等施設として整備する予定としている。環境省が直轄の実証事業を実施することや除去土壌等の減容等技術実証事業の公募を通じて選定された企業、大学、研究機関等が実証フィールドを用いて研究等を実施することにより技術開発を行うことを想定している。

これらの技術開発に関する事業については、中間貯蔵・環境安全事業株式会社と協力しながら実施している。

(4) 除去土壌の再生利用実証事業

中間貯蔵開始後 30 年以内の県外での最終処分に向けて、再生資材化した除去土壌の安全な利用を段階的に進めるため、再生資材化の工程における放射線に係る具体的な取扱方法及び土木資材としての品質確保の在り方の検討や追加被ばく線量評価の妥当性を確認するための実証事業を実施している。

2016 年から福島県南相馬市の仮置場内において、再生資材化及び試験盛土を施工する実証事業を実施している。必要な飛散・流出防止対策を講じながら、除去土壌を再生資材化したものを用いて試験盛土を造成し、一定期間盛土構造物のモニタリングを実施している。この実証事業の中で、浸透水集水設備により、試験盛土の内部を浸透する雨水等を盛土底部で集水し、集水層に溜まった浸透水を、ポンプを用いてタンクに集水・採取し、浸透水の放射能濃度の測定は Ge 半導体分析器により実施している。2017 年 8 月末に盛土が完成し、その後、2017 年 9 月から 2018 年 10 月末まで上記の分析結果はすべて検出下限値未満（検出下限値 Cs-134:0.2 ~ 0.293Bq/L, Cs-137:0.2 ~ 0.331Bq/L）であることを確認している。これらの結果からこの手法において一定の安全性が確認できたと考えている。

また、2018 年から飯舘村長泥地区において、再生資材化、造成及び資源作物等の試験栽培を行う実証事業を実施している。現在、再生資材化施設を設置するエリアの造成作業を行っており、今後、そこで製造さ

れた再生資材を用いて造成を行い、造成地において資源作物等の栽培を行い、資源作物等への放射性物質の移行や周辺環境の放射線の安全性等の確認を行っていく予定である。これに先立ち、生育性及び移行係数の確認を行うためのポット栽培試験、実証事業で用いる覆土での生育性を確認するためのハウス栽培試験に着手している。実証事業の実施に当たっては、本事業は地区の住民の方々との協働が必要不可欠であり、協議会を設置し、地元のご意見を反映しながら進めていくこととしている。

5. おわりに

除染等の実施、中間貯蔵施設への搬入及び施設整備、県外最終処分や減容・再生利用等の取組については、地方自治体、地元の方々をはじめとする皆様の御協力と御理解なくして進めることはできず、改めて関係する皆様に感謝したい。引き続き、中間貯蔵施設への安全な輸送を含む施設の運営、県外最終処分への取組など課題は数多く残っており、福島の復興・再生に向け、必要な取組を一層進めてまいりたい。

J C M A

参考文献

- 1) 環境省：中間貯蔵施設安全対策検討会および中間貯蔵施設環境保全対策検討会（2013）
http://josen.env.go.jp/chukanchozou/action/investigative_commission/
- 2) 中間貯蔵施設等福島現地推進本部：除去土壌等の中間貯蔵施設の案について（2014）
http://josen.env.go.jp/chukanchozou/action/acceptance_request/pdf/aggregate_draft.pdf
- 3) 環境省：中間貯蔵施設に係る指針（2016）
http://josen.env.go.jp/chukanchozou/facility/counterplan/pdf/chukanchozou_guideline.pdf
- 4) 福島県、大熊町及び双葉町並びに環境省：中間貯蔵施設の周辺地域の安全確保等に関する協定書（2015）
http://josen.env.go.jp/chukanchozou/action/acceptance_request/pdf/agreement_150225.pdf
- 5) 環境省：中間貯蔵施設に係る「当面 5 年間の見通し」（2016）
http://josen.env.go.jp/chukanchozou/action/acceptance_request/pdf/correspondence_160327_01.pdf
- 6) 環境省：2019 年度の中間貯蔵施設事業の方針（2018）
http://josen.env.go.jp/chukanchozou/action/acceptance_request/pdf/correspondence_181206_01.pdf
- 7) 福島県：第 9 回中間貯蔵施設に関する専門家会議（2016）
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/chukanchozo09kaisaihoukoku.html>
- 8) 環境省：中間貯蔵施設への除去土壌等の輸送に係る検証報告（2018）
http://josen.env.go.jp/chukanchozou/action/investigative_commission/pdf/pilot_transportation_181119_01.pdf
- 9) 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（2016）
http://josen.env.go.jp/chukanchozou/facility/effort/investigative_commission/pdf/investigative_commission_text.pdf
- 10) 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 工程表（2016）
http://josen.env.go.jp/chukanchozou/facility/effort/investigative_commission/pdf/investigative_commission_process.pdf

- 11) 環境省：再生資材化した除去土壌の安全な利用に係る基本的考え方
(2016。2017 年及び 2018 年に一部追加)
http://josen.env.go.jp/chukanchozou/facility/effort/investigative_commission/pdf/investigative_commission_180601.pdf
- 12) 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 戦略目標の達成に向けた見直し (2019)
http://josen.env.go.jp/chukanchozou/facility/effort/investigative_commission/pdf/investigative_commission_review_1903.pdf
- 13) 環境省：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 (案)
http://josen.env.go.jp/chukanchozou/facility/effort/investigative_commission/pdf/proceedings_190319_05.pdf



【筆者紹介】

山田 浩司 (やまだ こうじ)
環境省 環境再生・資源循環局
環境再生施設整備担当参事官室
参事官補佐

