

高レベル放射性廃棄物の「地層処分」について経済産業省資源エネルギー庁と原子力発電環境整備機構（NUMO）は、処分地を探して全国的な対話活動を実施しています。「高レベル放射性廃棄物の地層処分」を多くの人たちに理解して欲しい。

原子力発電 廃棄物の現状と最終処分への取組

知って欲しい「地層処分」

伝えます 大切なことを！！

1. 原子力発電所から発生する放射性廃棄物
 - 1-1 原子力発電所から出る使用済燃料とは
 - 1-2 放射性廃棄物の処理
 - 1-3 使用済燃料の発生量と貯蔵
2. 核燃料サイクルとは
3. 高レベル放射性廃棄物
4. 地層処分とは
 - 4-1 地層処分の開始及び閉鎖までの流れ
 - 4-2 法律に基づく3段階の処分地選定調査
5. 日本における地層の概要
6. 原子力に関する国の方向性とは
 - 6-1 GX実現に向けた基本方針
 - 6-2 最終処分に関する課題認識

このパンフレットは、神奈川県放射線友の会（略称：神奈川放友会）が出版した「原子力発電 廃棄物の最終処分を考える ―知り・学び・理解しよう―」副読本（A4版116頁）を紹介し、高レベル放射性廃棄物の「地層処分」を知って頂くパンフレットです。関心を持たれた方には、この紹介冊子をお読み頂けたら幸いです。

企画 神奈川県放射線友の会



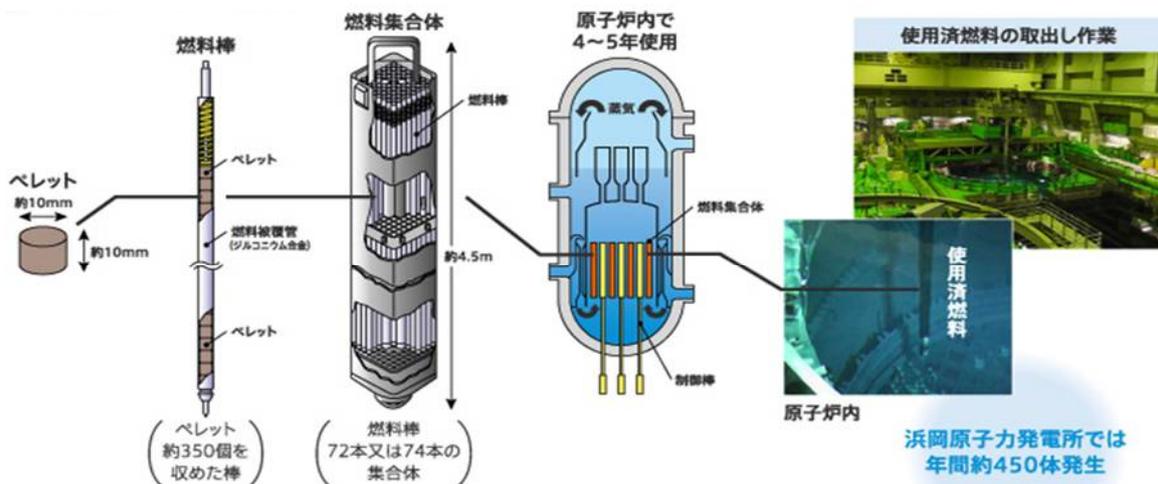
1. 原子力発電所から発生する放射性廃棄物

原子力発電の燃料は、原料であるウラン鉱石を加工して焼き固めたペレットと呼ばれるものの集合体です。この燃料集合体を原子炉内で4年間～5年間使った後に取り出したものが使用済燃料です。使用前後の姿・形は変わりません。浜岡原子力発電所の例では、3号機～5号機の運転によって、年間約450体の使用済燃料が発生します。

1-1 原子力発電所から出る使用済燃料とは

使用済燃料は単なるゴミ（廃棄物）ではなく、リサイクルすることができる有用なエネルギー資源です。使用済燃料には、燃料として使えるもの（ウランやプルトニウム）が約97%も残っており、リサイクルすることができます。これらを有効利用することで、資源の節約だけでなく、準国産エネルギーとなるため、エネルギー自給率が低い日本にとって、使用済燃料は有用なエネルギー資源の1つです。

原子力発電の燃料(例)



(引用資料：中部電力 H.P)

1-2 放射性廃棄物の処理

- 1) 低レベル放射性廃棄物 (放射能レベル等に応じて埋設処分される)
 - ・トレンチ処分：極めて低い廃棄物は、地面の浅いところに埋設処分される。
 - ・ピット処分：比較的低い廃棄物は、浅い地面の中にコンクリートピット等の構造物を設け埋設処分される。
 - ・中深度処分：比較的高い廃棄物は、十分余裕をもった深度(70m以深)の埋設処分が検討されている。

2) 高レベル放射性廃棄物

高レベル放射性廃棄物は、使用済燃料の再処理施設での処理により発生します。使用済燃料は、再処理施設でウランやプルトニウムを回収し再利用されるが、核分裂生成物を主成分とする放射能レベルの高い「液体放射性廃棄物」の廃液を、高温で溶かしたガラス原料と共にステンレス鋼製の容器(キャスター)に入れて、ガラス固化体にした上で、高レベル放射性廃棄物として処分されます。

3) 地層処分相当低レベル放射性廃棄物 (TRU 廃棄物)

再処理工程ではガラス固化体以外の廃棄物も生じます。その中には使用済燃料を覆う金属部分などの放射能レベルが比較的高く半減期の長いものがあるので、ガラス固化体同様に地層処分の対象です。

放射性廃棄物の種類

廃棄物の種類		廃棄物の例	発生場所	処分方法(例)
低レベル放射性廃棄物	発電所廃棄物	放射能レベルの極めて低い廃棄物	コンクリート、金属等	トレンチ処分
		放射能レベルの比較的低い廃棄物	廃液、フィルター、廃器材、消耗品等を固形化	ビット処分
		放射能レベルの比較的高い廃棄物	制御棒、炉内構造物	中深度処分
	ウラン廃棄物	消耗品、スラッジ、廃器材	ウラン濃縮・燃料加工施設	中深度処分、ビット処分、トレンチ処分、場合によっては地層処分
	超ウラン核種を含む放射性廃棄物 (TRU廃棄物)	燃料棒の部品、廃液、フィルター	再処理施設、MOX燃料加工施設	地層処分、中深度処分、ビット処分
高レベル放射性廃棄物		ガラス固化体	再処理施設	地層処分
クリアランスレベル以下の廃棄物		原子力発電所解体廃棄物の大部分	上に示した全ての発生場所	再利用/一般の物品としての処分

(引用資料：日本原子力文化財団「原子力総合パンフレット」)

1-3 使用済燃料の発生量と貯蔵

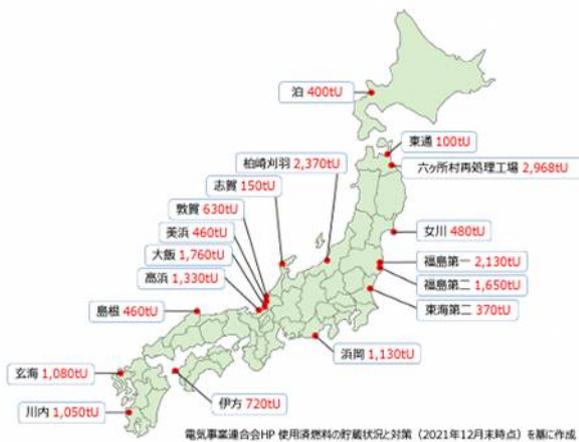
原子力発電所で使い終えた使用済燃料は、再処理するために再処理工場へ運び出されますが、それまでの間は、原子力発電所の敷地内（サイト）で安全に管理・貯蔵されています。

現在、青森県六ヶ所村日本原燃「原子燃料サイクル施設」を建設中です。ここでは全国の原子力発電使用済燃料が集められ処理される計画です。完成が遅れ 2024 年（令和 6 年）度完成を目指しています。

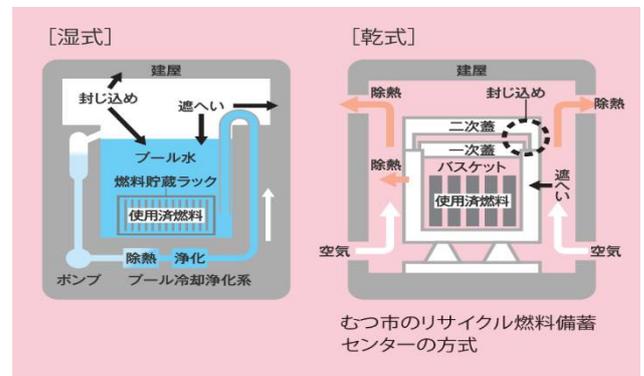
使用済燃料を貯蔵する方式には、水の入ったプールの中に貯蔵する方式（湿式）と金属キャスクに入れて貯蔵する方式（乾式）の二種類があります。

使用済燃料の貯蔵量

全国の使用済燃料貯蔵量（9 電力、日本原燃、日本原子力発電の合計）：約1万9,000 tU



中間貯蔵施設の断面図



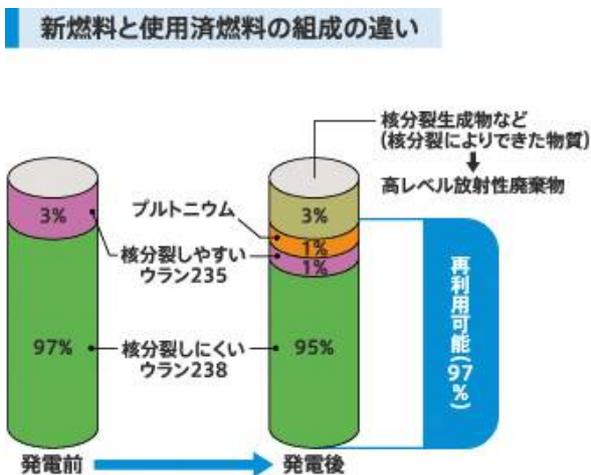
引用資料：資源エネルギー庁 H.P

2. 核燃料サイクルとは

核燃料サイクルとは、原子力発電で使い終えた燃料から核分裂していないウランや新たに生成されたプルトニウムなどをエネルギー資源として回収し、再び原子力発電の燃料に使うしくみのことです。原子力発電の燃料は約 3～4 年（4～5 年もある）で交換されますが、日本はウランを全量海外から輸入しているので、これらの再利用はウラン資源の有効活用になると同時に、エネルギー資源の安定確保にも寄与します。このため日本では、ウラン資源のより有効な活用を図るため、使用済燃料の再処理を行いリサイクルすることを基本とし、核燃料サイクルの確立に向け取り組んでい

ます。

再処理によって回収されたウランとプルトニウムはMOX（Mixed OXide）燃料として新たな燃料になり、現在の原子力発電（軽水炉）で利用（プルサーマル）することになっています。リサイクルの際に最終的な廃棄物として発生するのが核分裂生成物を主成分とする「高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）」です。

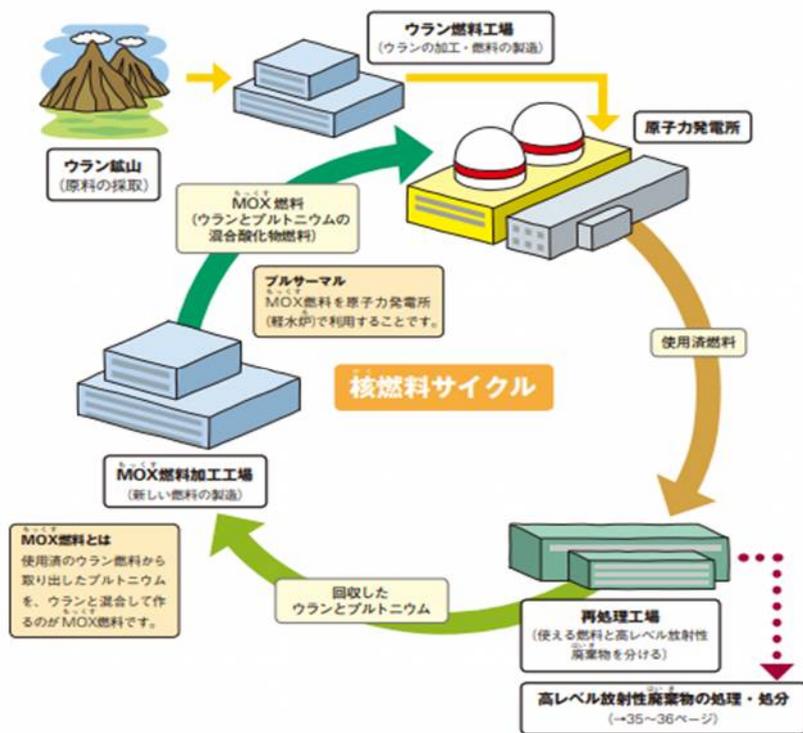


(引用資料：「高レベル放射性廃棄物の処分問題」を学ぶ基本教材)

原子力発電の燃料になるウランは、ウラン鉱石として鉱山から採掘されます。このウラン鉱石には、核分裂しやすいウラン 235 が約 0.7%、核分裂しにくいウラン 238 が約 99.3%含まれています。これを発電に使いやすいようにウラン 235 の濃度を高めるためのさまざまな工程（製錬→転換→濃縮→再転換→成型加工）を経て、燃料集合体に加工して、原子炉の中に入れ、発電を行います。

ウラン 235 の原子核に中性子をあてると核分裂し、核分裂生成物の生成とともに中性子を放出し、同時に熱エネルギーが発生します。発電では、主にこの熱エネルギーが利用されています。一方、ウラン 238 は、ほとんどが核分裂をせず、中性子を吸収して核分裂しやすいプルトニウム 239 に変わります。

3年程度の間、発電に使われた燃料は取り出されますが、使用済燃料には、核分裂せずに残ったウラン 235 やウラン 238、そして新たに発生したプルトニウム 239 が合わせて 95~97%含まれているのです。この「ウラン・プルトニウム」を再処理という工程で回収し、混合酸化物燃料（MOX燃料、Mixed Oxide Fuel）とすれば、再び原子力発電所で使用（プルサーマル）することができます。



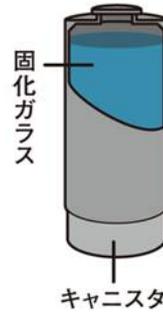
(引用資料：原子力ワールド)

3. 高レベル放射性廃棄物とは

原子力発電所で使い終わった燃料の中には、まだ発電に使えるウランなどが残っているので、エネルギー資源の少ない日本ではこれをリサイクルして新しい燃料を作り、また発電に使うことにしています。でも、リサイクルできない放射能レベルの高い廃棄物も出てきます。これを「高レベル放射性廃棄物」といいます。「高レベル放射性廃棄物」は融かしたガラスといっしょに固められているので「ガラス固化体」とも言います。ガラスで固めることで、水に溶けにくく、長い期間にわたって放射性物質を閉じ込めることが出来ます。

高レベル放射性廃棄物は、長い期間にわたって強い放射線を出し続けるので、放射線の力が十分に弱くなるまで、私たちの生活環境から離れたところに処分する必要があります。

高レベル放射性廃棄物 (ガラス固化体)



放射能の高い廃液をガラス原料と融かし合わせてステンレス製容器(キャニスタ)の中で固めます。

寸法：直径／約40cm
高さ／約1.3m
総重量：約500kg

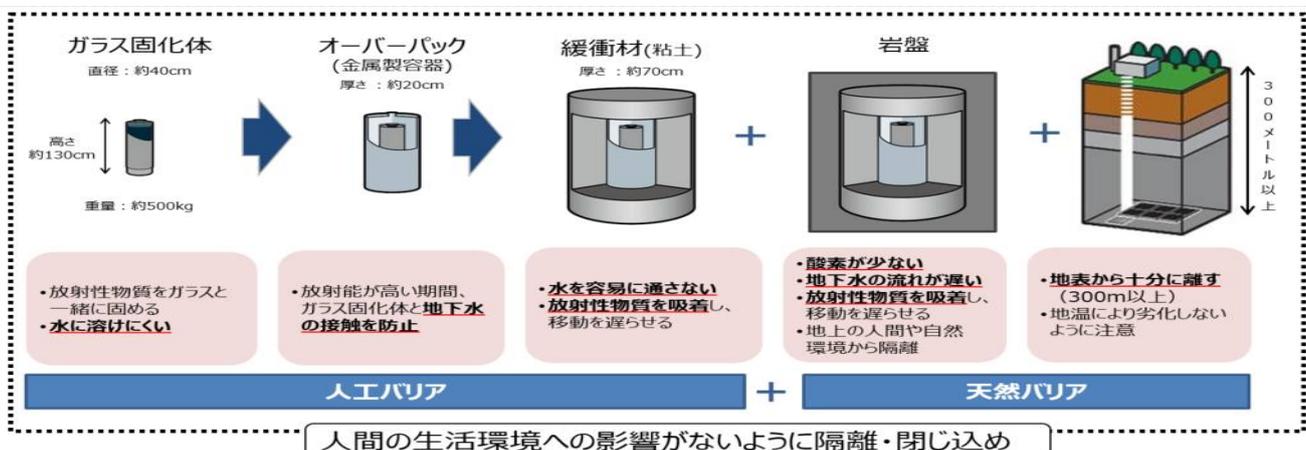
(引用資料：資源エネルギー庁
放射性廃棄物の全体像より)

4. 地層処分とは

高レベル放射性廃棄物の処分方法として、地下深くに埋設する「地層処分」が国際的にも共通した考えです。海外には原子力発電所で使い終わった使用済の燃料を直接地層に処分する国もありますが、資源の少ない日本では、有効利用の観点から使用済燃料をリサイクルする原子燃料サイクルを採用しており、その再処理の過程で出る高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)を、地下300mより深いところに埋設することになっています。ガラス固化体は「人工バリア」である金属製の容器(オーバーパック)や締め固めた粘土(緩衝材)で覆い、さらに「天然バリア」である地層を組み合わせた「多重バリア」を設けることで、数万年以上にわたって私たちの生活環境から隔離することができるのです。これまでの調査研究により、日本においても長期にわたり安定性を確保できる地層処分に適した場所が広く存在することが分かっています。

日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター(北海道幌延町)では、実際の地質環境での調査研究を行っており、地下深部の地下水や岩盤の性質などに関するデータを蓄積しています。

地下350mに設けた坑道では、人工バリア性能が維持されるか、様々な条件での検証も行ってい



(引用資料：資源エネルギー庁
放射性廃棄物について)

ます。今後、高レベル放射性廃棄物の最終処分地を選定・調査・建設していく際に、ここで蓄積された豊富な技術やデータが活用されます。

4-1 地層処分の開始及び閉鎖までの流れ

地層処分の安全性の確保のために、あらゆる配慮をします。放射性物質を長期にわたり人間の生活環境から隔離する地層処分では、火山活動や断層活動などが安全確保に影響を与えないことを考慮する必要があります。

これまでの研究により、日本において火山活動が起きる地域は過去数百万年程度の間ほとんど変化していないことが分かっています。また、断層活動についても、活断層に分類される断層が過去数十万年にわたって繰り返し動いていると考えられています。

これは、日本の火山活動や断層活動が、日本列島付近のプレートの相互作用によって引き起こされるものであり、プレートの動きの方向や速さは数百年前からほとんど変化していないことによると考えられています。この相互作用の起こり方、その影響を受ける地域は、今後も10万年程度ではほとんど変化しないとされています。

地層処分施設閉鎖後の安全性について、数百年以上と非常に長い期間にわたって安全性を確保する必要があります。地層処分の安全性に影響を与えるかも知れないさまざまな現象について、それが起こった時にどのような影響があるかを検討して、人間の生活環境への影響を丁寧に評価します。

NUMOでは個別の地域で詳細な調査を行って、将来、火山、断層、隆起、侵食などによる著しい影響がある範囲は避けることにしています。

処分地選定までの流れは、次の通りです。

- ① 「科学的特性マップ」の提示
- ② 全国地域における対話の積み重ね
- ③ 法律に基づく3段階の処分地選定調査
 法的調査＝文献、概要、精密調査を20年程度かけて実施
- ④ 安全性の確認
- ⑤ 最終処分場所（建設施設）の選定
- ⑥ 処分施設の建設
 建設に10年程度を想定
- ⑦ 廃棄物の搬入、埋設
 処分場の操業から閉鎖までは50年以上を想定
- ⑧ 処分施設の閉鎖

⑥～⑧の流れは、100年以上の長期に渡る「地層処分事業」です。



(引用資料：資源エネルギー庁 放射性廃棄物について)

4-2 法律に基づく3段階の処分地選定調査

北海道の寿都町が候補地として「調査を受け入れます」と名乗りを上げました。また北海道神恵内村は国からの調査申し入れを受入れました。両町村とも2020年11月より文献調査の段階です。ここをクリアすると概要調査に進み、更に精密調査に入りますが、先ずは文献調査において地元の理解が得られるまでは概要調査のボーリング調査など実施の調査には進めないことになっています。現在、文献調査の進行中です。

●3段階の調査（20年程度をかけて実施する）

- 1段階 : 文献調査 : 2年程度で実施する
- 2段階 : 概算調査 : 4年程度で実施する
- 3段階 : 精密調査 : 14年程度で実施する

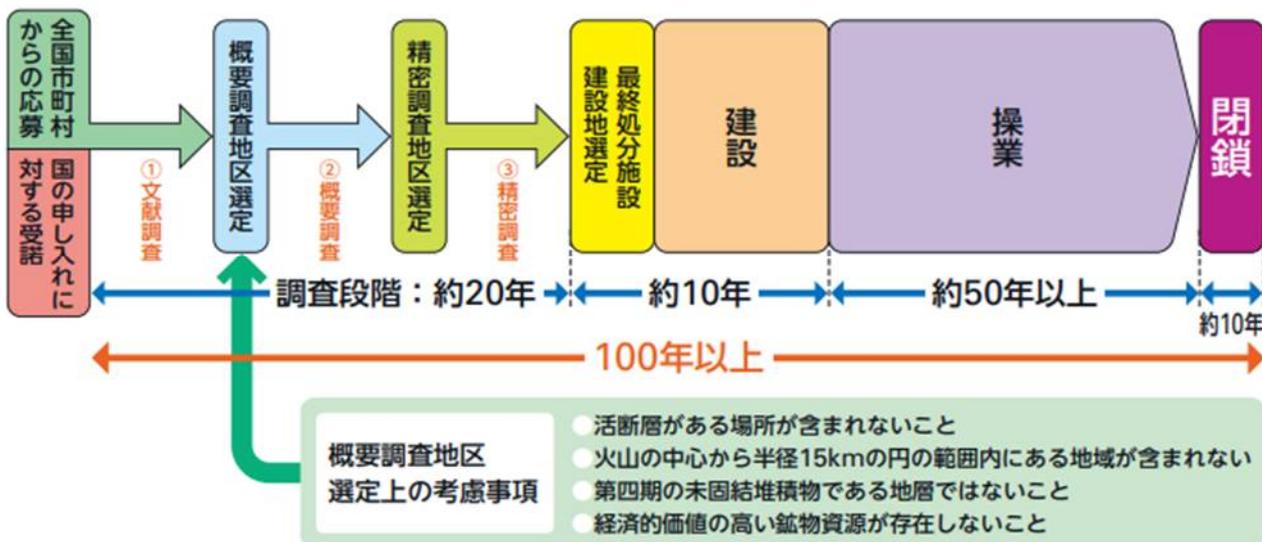
5. 日本における地層処分の概要

原子力発電所から発生する使用済燃料を再処理した後に残った廃液を固化したガラス固化体が処分対象の高レベル放射性廃棄物となります。高レベル放射性廃棄物の処分については、2000年（平成12年）度に法整備と実施主体である原子力発電環境整備機構（NUMO）の設立が行われ、地下300m以深に地層処分することが基本方針とされています。2015年（平成27年）5月に基本方針が改定され、公募に基づくサイト選定に加えて、国が地域の科学的特性を提示した上で申し入れを行うプロセスが追加されました。2017年（平成29年）7月に国は科学的特性マップを公表しました。2020年（令和2年）10月には、北海道の寿都町が文献調査へ応募し、国が神恵内村への文献調査申し入れをして、11月から文献調査が開始されました。

NUMOは処分施設建設地の選定や施設の建設、操業、施設の閉鎖などをおこなうことになっています。

地層処分施設は、地質環境や廃棄物の特徴に応じて、設計・建設されます。既に発生している約27,000本相当（2023年3月時点）に加え、今後の原子力発電所の稼働状況に応じて増えることを想定し、40,000本以上のガラス固化体を処分できる施設を計画しています。

■地層処分のプロセス



（引用資料：資源エネルギー庁
放射性廃棄物について）

6. 原子力に関する国の方向性とは

6-1 「GX 実現に向けた基本方針」

(令和5年2月10日閣議決定)の抜粋

・原子力は、その活用の大前提として、国・事業者は、東京電力福島第一原子力発電所事故の反省と教訓を一時たりとも忘れることなく、「安全神話からの脱却」を不断に問い直し、規制の充足にとどまらない自主的な安全性の向上、事業者の運営・組織体制の改革、地域の実情を踏まえた自治体等の支援や避難道の整備など防災対策の不断の改善等による立地地域との共生、国民各層とのコミュニケーションの深化・充実等に、国が前面に立って取り組む。

あわせて、六ヶ所再処理工場の竣工目標実現などの核燃料サイクル推進、廃炉の着実かつ効率的な実現に向けた知見の共有や資金確保等の仕組みの整備を進めるとともに、最終処分の実現に向けた国主導での国民理解の促進や自治体等への主体的な働き掛けを抜本強化するため、文献調査受入れ自治体等に対する国を挙げての支援体制の構築、実施主体である原子力発電環境整備機構（NUMO）の体制強化、国と関係自治体との協議の場の設置、関心地域への国からの段階的な申入れ等の具体化を進める。

原子力小委員会では事業推進していくうえで、国が前面に立った取り組みが必要であるとの認識を提案している。

(注) GX (グリーントランスフォーメーション) とは

経済産業省が提唱する経済成長と環境保護を両立させ、「2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする」という、カーボンニュートラルにいち早く移行するために、必要な経済社会システム全体の変革を意味する成長戦略です。

6-2 最終処分に関する課題認識

(第31回原子力小委員会資料 令和4年9月22日 資料4)

- ・ 最終処分の実現のためには、**文献調査の実施地域の拡大に向けた取組が必要**。自治体による調査受け入れには、それを支える地域/全国**の理解が必要不可欠**。
- ・ しかしながら、**最終処分は必ず解決しなければならない課題であり、その実現は社会全体の利益であるとの認識が全国的に十分広がっていないのではないか**。結果として、**本事業に貢献する地域への敬意や感謝の念が社会的に共有化されていないのではないか**。
- ・ この際、事業を推進していく上では、**これまで以上に国が前面に立った取組が必要であると同時に、NUMO・事業者の機能・取組もより一層強化していくべきではないか**。
- ・ さらに、最終処分は国際的な共通課題として、**諸外国との交流・連携を進めるべきではないか**。

発行 2023年(令和5年)12月3日

企画 神奈川県放射線友の会(略称 神奈川放友会)

〒231-0033

神奈川県横浜市中区長者町 4-9-8 ストーク伊勢佐木 1 番館 501 号室

公益社団法人神奈川県放射線技師会事務所内 TEL 045-681-7573

*このパンフレットは原子力発電環境整備機構(NUMO)の学習支援事業の協力を得て作成しました。