

原子力発電

廃棄物の現状と最終処分への取組

伝えます、大切なことを！



(提供：虹の会 福田 悦子様)

このパンフレットは、神奈川県放射線友の会（神奈川県放友会）が出版した
「原子力発電 廃棄物の最終処分を考える 一知り・学び・理解しよう」（副読本）
の紹介で、高レベル放射性廃棄物の「地層処分」を知っていただ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いただけたら幸いです。

企画 神奈川県放射線友の会

はじめに

放射性廃棄物の「地層処分」について経済産業省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」について多くの人たちに知って欲しい！

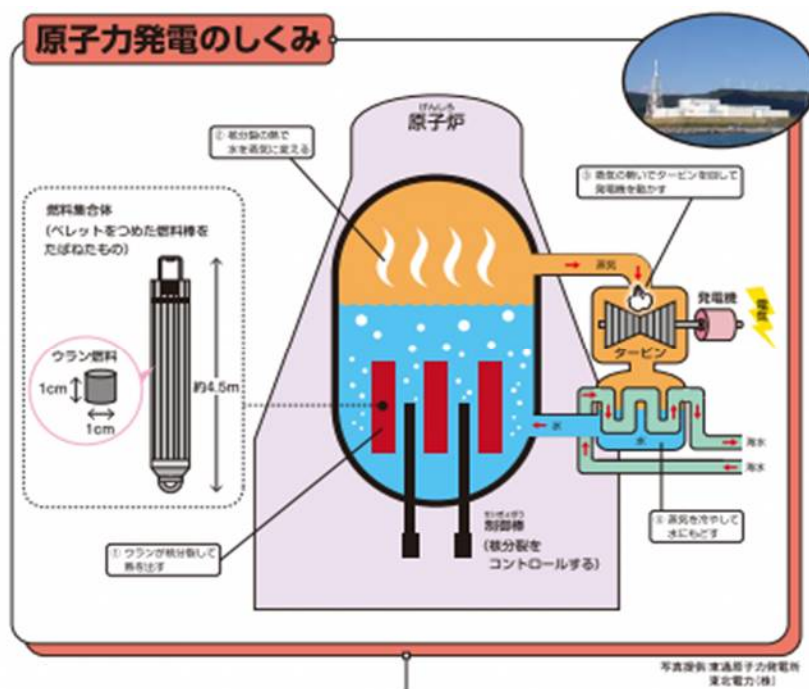
1. 日本の原子力発電と電力供給の歴史

日本はエネルギー資源に乏しくそのほとんどを海外からの輸入に頼っています。エネルギー供給の安定性を確保する観点から、原子力発電は必要な電源です。

1966年（昭和41年）7月に日本で初めての商業用原子力発電所が営業運転を開始しています。東海発電所の建設・運転により得られた技術と経験は、その後の日本の原子力発電技術の基礎を築きました。しかし、同発電所は炭酸ガス冷却型炉であるため原子炉や熱交換器などが大きな割には出力が小さく、軽水炉に比べて発電単価が割高なこと、また国内唯一の炉型であるため、保守費や燃料サイクルコストが割高でした。その結果、1998年（平成10年）3月31日をもって営業運転を停止しました。

1973年（昭和48年）には第一次オイルショックが、1978年（昭和53年）には第二次オイルショックが起り、世界各国は、石油資源に依存しすぎるもののリスクを考え始めます。

日本でもオイルショックによる混乱は大きく、世界各国と同様に、「エネルギーの安定供給」が重要な課題として認識され、さまざまな政策が実施され、その解決策のひとつとして、原子力発電に注目が集まるようになりました。ここから、日本における原子力発電の導入が進み始めます。



（引用資料：資源エネルギー庁
電気はあってあたりまえ？

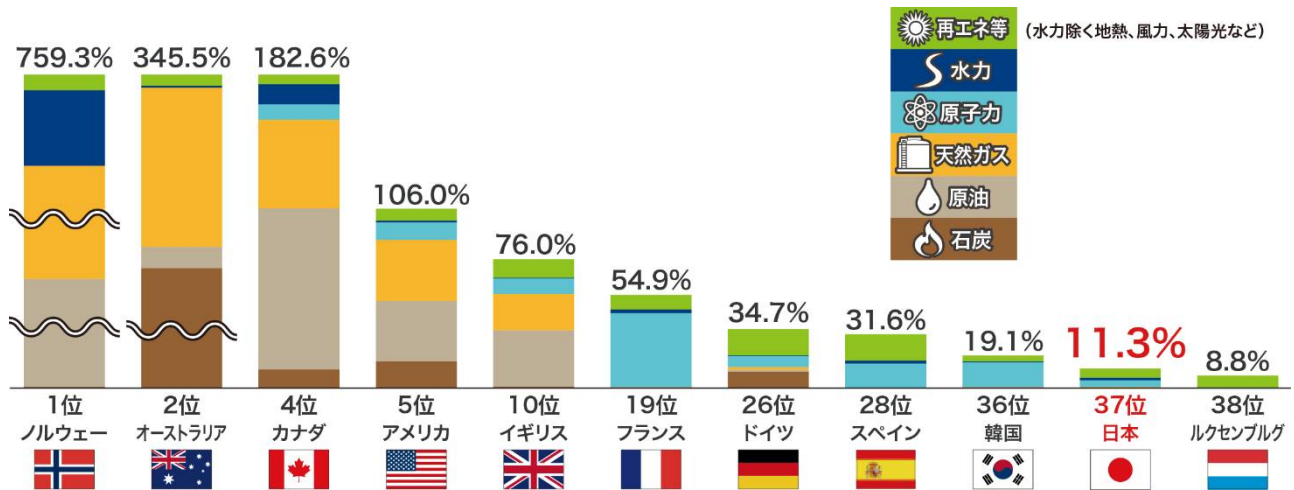
軽水炉型原子力発電には、沸騰水型（BWR）と加圧水型（PWR）の2つのタイプがあります。軽水炉では、燃料に低濃縮ウランを使い、中性子の速度を減速させる減速材と発生した熱を取り出すための冷却材に軽水（普通の水）を使っています。沸騰水型は核分裂で発生した熱で原子炉内の水を沸騰させ、その蒸気で直接タービン発電機を回して電気を発生させます。蒸気は復水器を通り海水で冷やされ水に戻り、再び原子炉内に送られます。

（引用資料：資源エネルギー庁 H.P）

2. エネルギー自給率

エネルギー資源の乏しい日本のエネルギー自給率はたった 11.3%です。これは先進国の中でも極めて低く、エネルギー資源のほとんどを海外からの輸入に頼っている状況です。

主要国の一次エネルギー自給率比較(2020年)

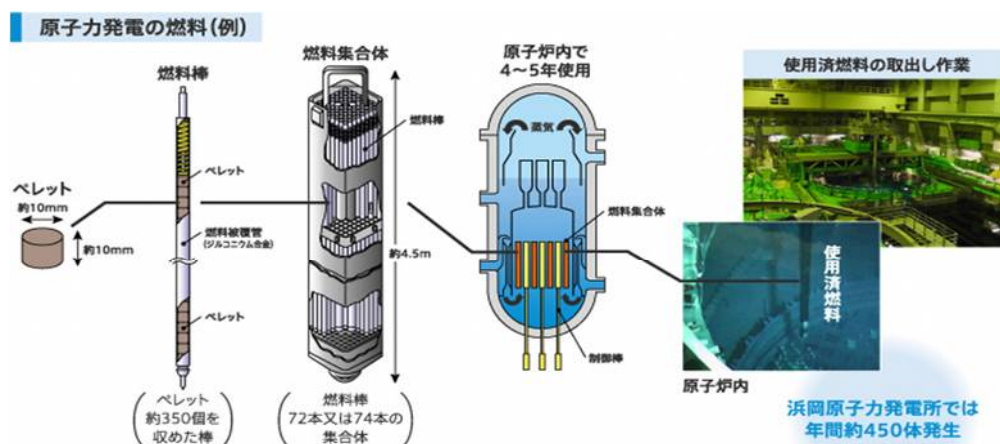


(引用資料：資源エネルギー庁 H.P)

3. 原子力発電所から出る使用済燃料とは

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。

使用済燃料は単なるゴミではなく、リサイクルすることができる、有用なエネルギー資源の1つです。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です。



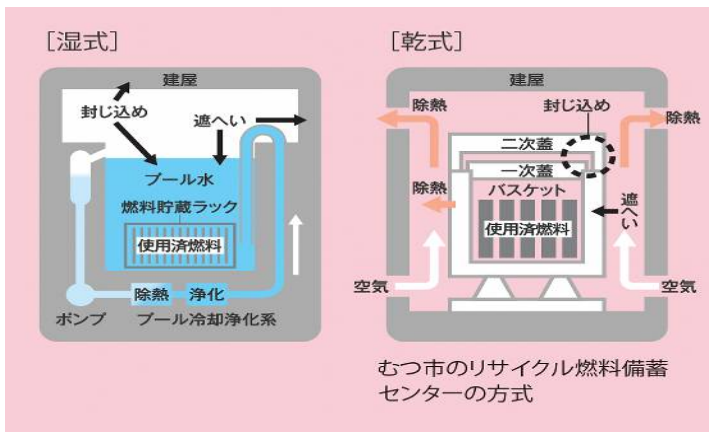
(引用資料：中部電力 H.P)

4. 使用済燃料の貯蔵とは

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の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。



(引用資料：資源エネルギー庁 H.P)



(茨城県にある東海第二発電所の乾式キャスク)

5. 原子力発電所から発生する放射性廃棄物

使用済燃料は、使用前と姿・形は変わりません。浜岡原子力発電所では、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。

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する。
 - ・ 中深度処分：比較的高い廃棄物は、十分余裕をもった深度（地下 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ますが、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	処分の方法(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	原子力発電所
		放射能レベルの比較的高い廃棄物	制御棒、炉内構造物	
	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

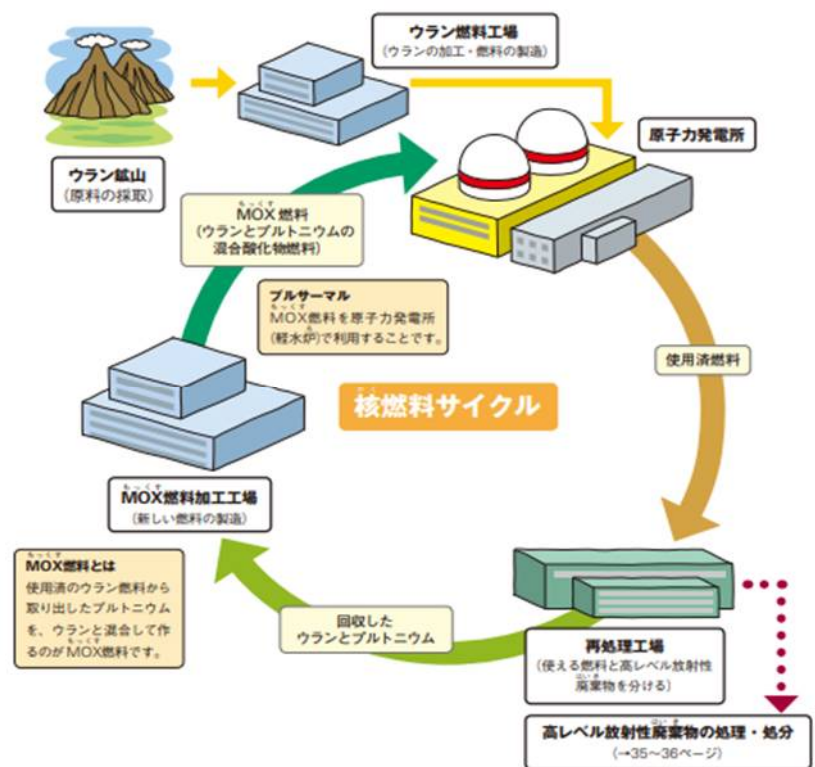
(引用資料：日本原子力文化財団「原子力総合パンフレット」)

6. 核燃料サイクルとは

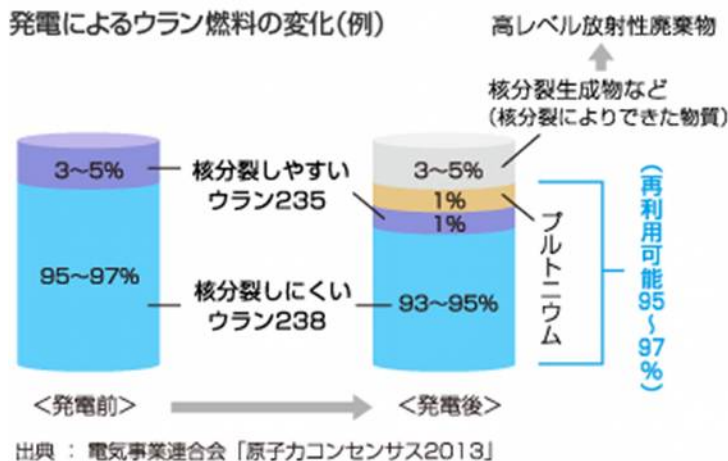
ウラン燃料は発電により全体の3~5%だけが使用され、95~97%は再利用できるウランがプルトニウムとして残ります。そこで、使い終わった使用済燃料(リサイクル燃料)を再処理して、ウランとプルトニウムを取り出し、再び原子力発電所で使用する流れを「核燃料サイクル」といいます。

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ため、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。

リサイクルの工程で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：原子力ワールド)



	直接処分	再処理
処分時の廃棄体イメージ	<p>使用済燃料 使用済燃料キャニスタ</p>	<p>ガラス固化体 オーバーパック</p>
発生体積比 ^{※1}	1	約4分の1に低減 約0.22
天然ウラン並に ^{※2} なるまでの期間	約10万年	約12分の1に短縮 約8千年

※1 直接処分時のキャニスタを1としたときの相対値を示す。
 ※2 1GWyを発電するために必要な天然ウラン量の潜在的有害度と等しくなる期間を示す。
 出典:第7回基本政策分科会資料を基に作成

使用済燃料を再処理せずに直接地中に埋めて処分する場合と比較して、高レベル放射性廃棄物の体積を約1/4に低減することが可能です。また、放射能の有害度が天然ウラン並みになるまでの期間を約1/12に短縮することができます。

(引用資料: 関西電力 H. P)

7. 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できます。

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。

8. 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。現在、

高レベル放射性廃棄物

(ガラス固化体)



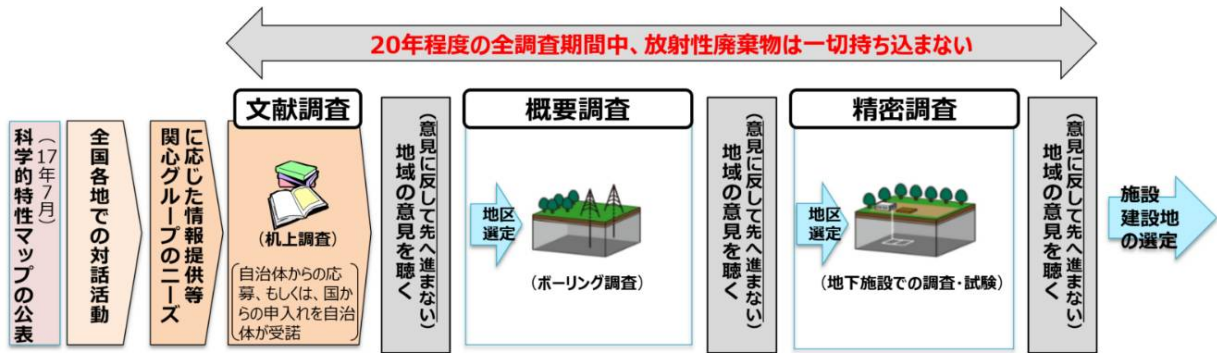
放射能の高い廃液をガラス原料と融かし合わせてステンレス製容器(キャニスタ)の中で固めます。

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 H. P)

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。

(引用資料：日本原子力開発機構・幌延深地層研究センター「学地層処分技術を検証 vol. 14」)

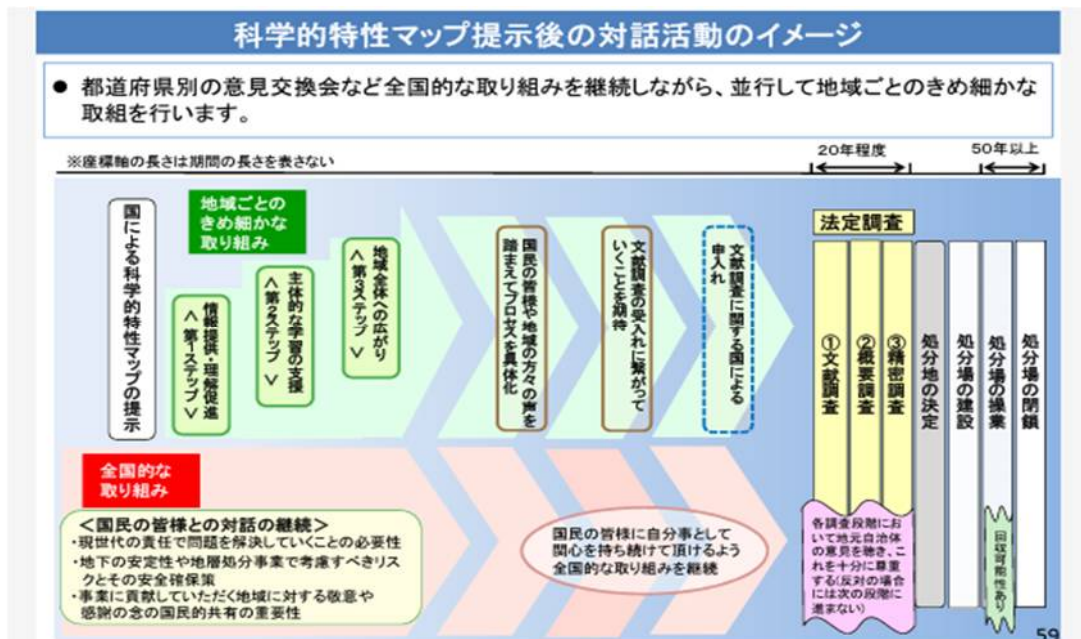


(引用資料：資源エネルギー庁「放射性廃棄物」)

9. 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。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。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。

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。すでに発生している約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。



(引用資料：資源エネルギー庁「説明資料 2017年9月」)

原子力に関する国の方向性とは

「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。

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)

課題認識

- ・ **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。**

企画・発行 2023年（令和5年）12月3日

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 ストック伊勢佐木 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えて作成しました。