



知  
っ  
て  
ほ  
し  
い  
今、  
地  
層  
処  
分

放射性廃棄物の地層処分に向けた取組み

お問い合わせ

原子力発電環境整備機構

NUMO (ニューモ: Nuclear Waste Management Organization of Japan)

〒108-0014 東京都港区芝4-1-23 三田NNビル2階 立地部立地グループ

TEL.03-6371-4003 FAX.03-6371-4101 Webサイト: <http://www.numo.or.jp>



環境に配慮して、再生紙と大豆油インクを使用しています。 2010.10



わたしたち原子力発電環境整備機構(NUMO)は、  
放射性廃棄物の安全・確実な地層処分を  
めざして取り組んでいます。



地球の夜景の中で、ひととき明るく輝いている日本。

その様子から、電気が欠かすことのできない大切なエネルギーであることが分かります。

今、日本では、電気の約3割を原子力発電が担っています。

原子力発電は、使い終えた燃料を再処理して、ウランやプルトニウムを取り出し、

再び燃料として使うことができます。その原子燃料のリサイクルの過程で

「高レベル放射性廃棄物」と「地層処分を行う低レベル放射性廃棄物<sup>※</sup>」が発生します。

これらの廃棄物は、放射能が十分低くなるまでわたしたちの生活環境から

長期間にわたり隔離するために、深い安定した地層中に処分することが必要です。

地層処分については、日本においても約30年以上前から国の研究開発が進められ、

技術的基盤は整備されており、海外でも着実に進められています。

放射性廃棄物の地層処分は、電気を利用しているわたしたちの世代が、

解決しなければならない課題です。

[P4-P5 日本のエネルギーは、今どうなっているのですか？](#)

日本のエネルギー事情

[P6-P7 地層処分を行う放射性廃棄物とはどのようなものですか？](#)

原子燃料サイクルと地層処分を行う放射性廃棄物

[P8-P9 なぜ、地層処分が選ばれたのですか？](#)

地層処分が選ばれた経緯

[P10-P11 地層処分はどうやって行うのですか？](#)

放射性廃棄物を閉じ込めるしくみ

[P12-P13 どのような場所が地層処分に適しているのですか？](#)

地層処分施設の建設可能地域

[P14-P15 どのような地層処分施設になるのですか？](#)

地層処分施設

[P16-P17 処分施設建設地はどのように選定するのですか？](#)

処分施設建設地の選定

[P18-P19 地域との共生はどのように進めるのですか？](#)

地域共生の取り組み

※再処理工場とMOX燃料工場(再処理によって回収されたウランとプルトニウムを取り扱う燃料加工工場)の操業および解体に伴って、発熱が小さく半減期が長い「TRU廃棄物」と呼ばれる低レベル放射性廃棄物が発生します。(ウランより原子番号が大きい放射性核種(TRU核種:Trans-uranium)を含む廃棄物であることからTRU廃棄物と呼ばれます。)この中に、高レベル放射性廃棄物と同様に地層処分が必要なものがあります。この地層処分を行う低レベル放射性廃棄物を、以下、本資料では「地層処分低レベル放射性廃棄物」と呼びます。



# 日本のエネルギーは、 今どうなっているのですか？

原子力発電は、エネルギー資源に乏しい日本にとって、  
大切な役割を担っています。  
わたしたちが毎日使う電気のうち、  
約3割が原子力発電によるものです。

日本のエネルギー自給率は低く、水力、地熱などによってわずか4%であり、  
ほとんどを海外からの輸入にたよっています(図1)。

そこで日本では、電力を安定して供給するため、原子力・火力・水力などをバランスよく組み合わせて発電しており、  
現在、わたしたちが使っている電気の約3割は原子力によってつくられています(図2)。

原子力発電は、使い終えた燃料を再処理してリサイクルできることから、  
長期にわたってエネルギー資源を確保できる利点があります(図3)。

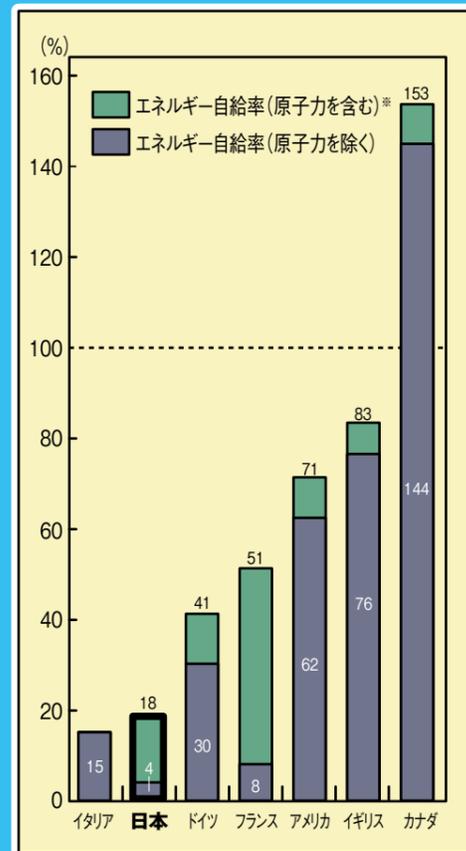
また、原子力発電は、発電時に二酸化炭素を排出せず、  
地球温暖化防止の面からも優れた電源のひとつであるといえます(図4)。

世界のエネルギー需要は中国、インドなどのアジアを中心に急増し、今後も長期にわたって大幅な伸びが予測されており、  
エネルギーの安定供給と環境保全の観点から、今後とも原子力発電を進めていく必要があります。

(図1)

## 主要国のエネルギー自給率

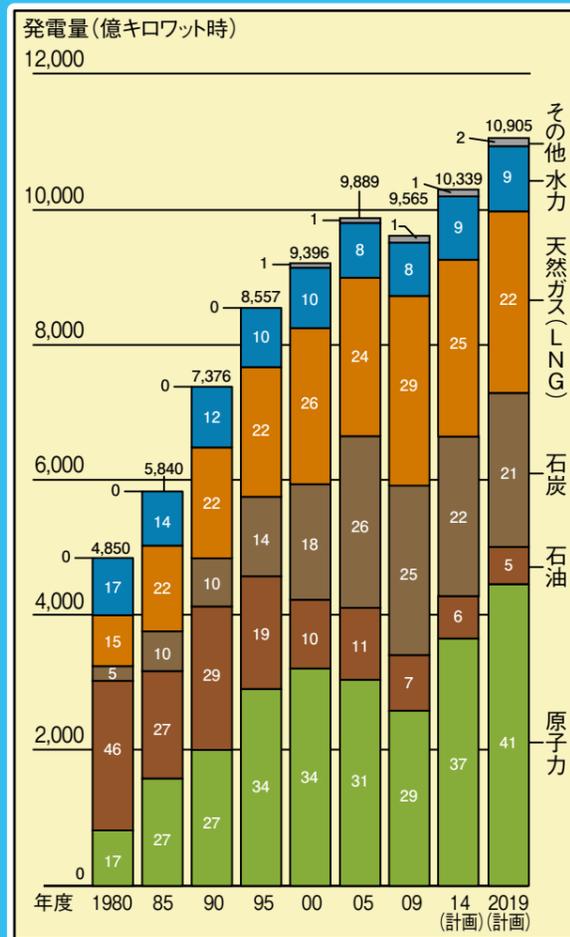
他の主要国と比較してみても、日本のエネルギー自給率の低さが分かります。



\*原子力は一度輸入すると長期間使用できることおよび再利用できることから準国産エネルギーとして扱われます。  
出典:IEA/ Energy Balances of OECD/NON-OECD Countries 2006-2007(2009 Edition)

(図2)

## 日本の電源別発電電力量割合の推移



(注)1.ここでは、全国9電力及び沖縄電力の総発電量を示しています。2.その他とは、液化石油ガス、地熱等のことです。3.グラフ内の数値は、各年度における電源構成比(%)を表しており、その合計は四捨五入の関係で100にならない場合があります。  
出典:中央電力協議会「平成22年度供給計画の概要(平成22年3月)」他

(図3)

## 世界のエネルギー資源 確認埋蔵量

原子力発電の燃料となるウランも石油などと同様に限りある資源です。しかし、リサイクルすることによってウラン資源の利用年数を数倍から数十倍にも増やすことができます。これにより、長期にわたって安定的にエネルギーを供給することができます。

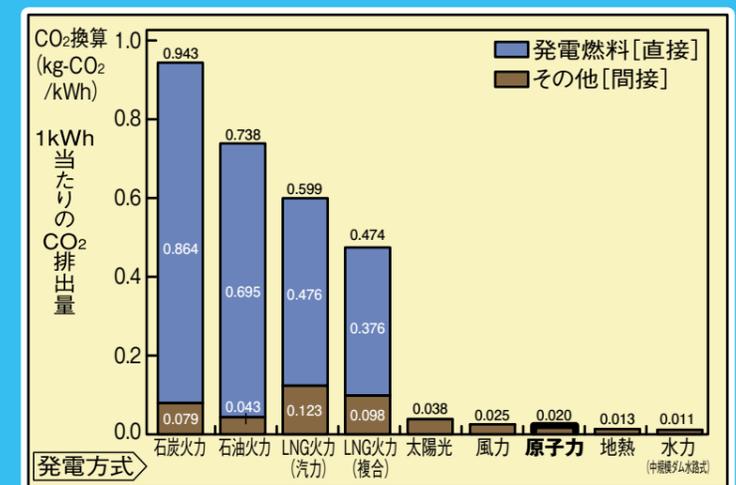
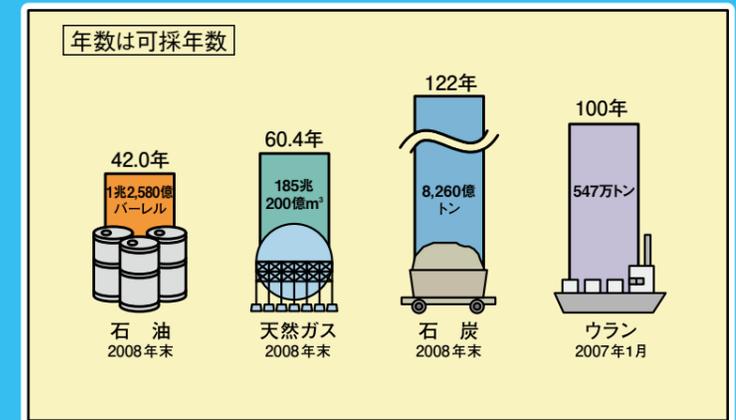
出典:BP統計2009  
HEA「URANIUM2007」

(図4)

## 各種電源別の二酸化炭素排出量

原子力発電は発電時に二酸化炭素を排出せず、発電所の建設から運転、廃止までのすべての段階を合わせて考えた場合でも、その排出量は格段に少なくなっています。太陽光や風力、地熱、水力なども二酸化炭素をほとんど排出しませんが、天候や場所などといった条件に左右されてしまいます。

(注) 原子力は、使用済燃料再処理、プルトニウム利用、高レベル放射性廃棄物処分等を含めて算出。  
電力中央研究所研究報告書 Y09027  
「日本の発電技術のライフサイクル CO<sub>2</sub> 排出量評価」(平成 22年 7月)より作成



# 地層処分を行う放射性廃棄物とは どのようなものですか？

使い終わった原子燃料は再処理することで  
再び燃料として利用できます。  
その原子燃料のリサイクルの過程で  
高レベル放射性廃棄物と  
地層処分低レベル放射性廃棄物が発生します。

エネルギー資源に乏しい日本では、ウラン資源を有効利用するため、原子力発電で使い終わった燃料を再処理してウランやプルトニウムを取り出し、再び燃料として利用する「原子燃料サイクル」を進めています(図1)。

この再処理の過程で、高レベル放射性廃棄物が発生します。

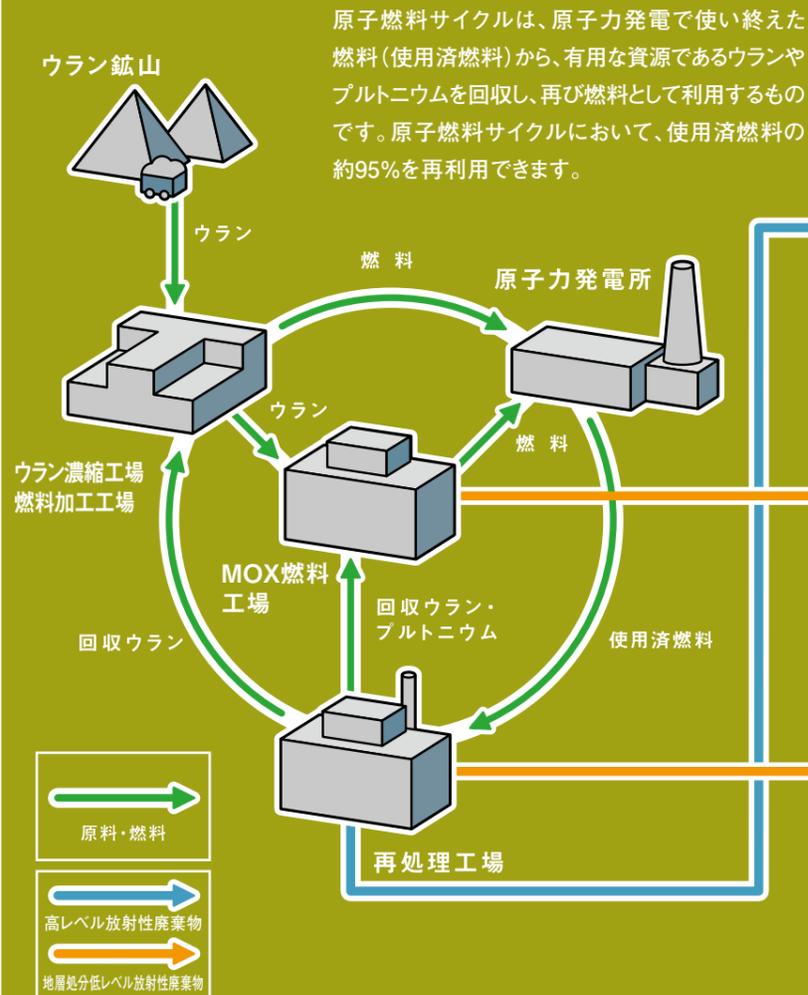
高レベル放射性廃棄物は、わたしたちの生活環境から長期間にわたり隔離する必要があるため、地下300mより深い安定した地層中(岩盤)へ処分(地層処分)します。

また再処理やMOX燃料加工の過程および再処理工場やMOX燃料工場の施設解体時に、

さまざまな低レベル放射性廃棄物が発生します。このうち半減期(最初にあった放射能の量が半分になるまでの時間)の長い核種が一定量以上含まれるものなどは、高レベル放射性廃棄物と同様に地層処分します。

(図1)

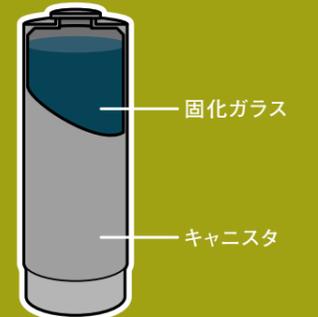
## 使用済燃料を再利用する原子燃料サイクル



(注)再処理工場、MOX燃料工場から発生する地層処分を行う放射性廃棄物を記載しています。

## 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。



## 高レベル放射性廃棄物貯蔵施設

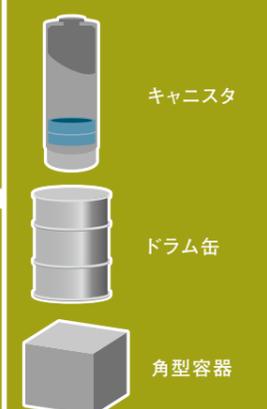
30年~50年程度、冷却のために貯蔵管理します。

## 地層処分低レベル放射性廃棄物の例

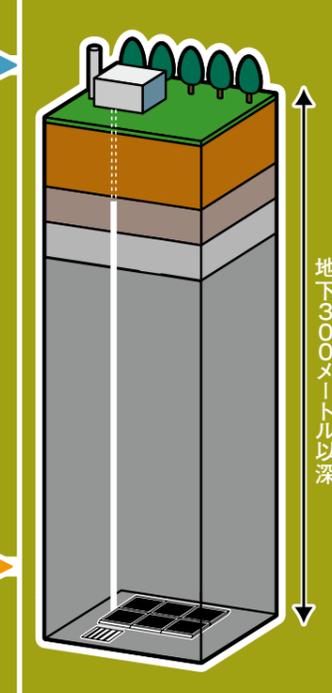
- 排気フィルタ (廃銀吸着材)
- ハル・エンドピース (燃料集合体末端部(エンドピース)、燃料挿入管のせん断片(ハル))
- 濃縮廃液 (放射能が一定レベル以上のもの)
- 雑固体廃棄物 (放射能が一定レベル以上のもの)

## 処理 (廃棄体化)

減容化した後、所定の容器に入れます。

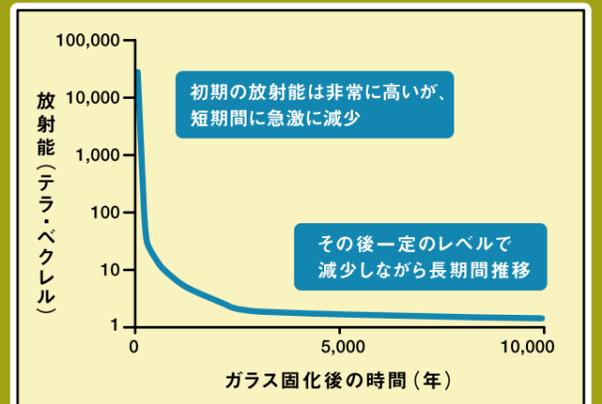


## 地層処分施設



(図2)

## 高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体) 1本あたりの放射能の推移



※ベクレルとは放射能の強さを表す単位のことであり、1テラ・ベクレルは1兆ベクレルです。

(図3)

## 高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)の発生量

日本国内で貯蔵管理中 1,664本 (平成21年12月末)	既に発生した使用済燃料を換算 約23,100本 (平成21年12月末)	将来発生見込みの合計 約40,000本※ (平成33年頃)
-------------------------------------	---	-------------------------------------

## 地層処分低レベル放射性廃棄物の発生量

約18,100m<sup>3</sup>と見込まれています。\*

※「特定放射性廃棄物の最終処分に関する計画」(平成20年3月閣議決定)による。

# なぜ、地層処分が選ばれたのですか？

放射性廃棄物を数万年以上にわたり人間の生活環境から隔離するためにさまざまな処分方法が検討されました。地層処分は深い地層が本来持つ物質を閉じ込めるという性質を利用する処分方法です。

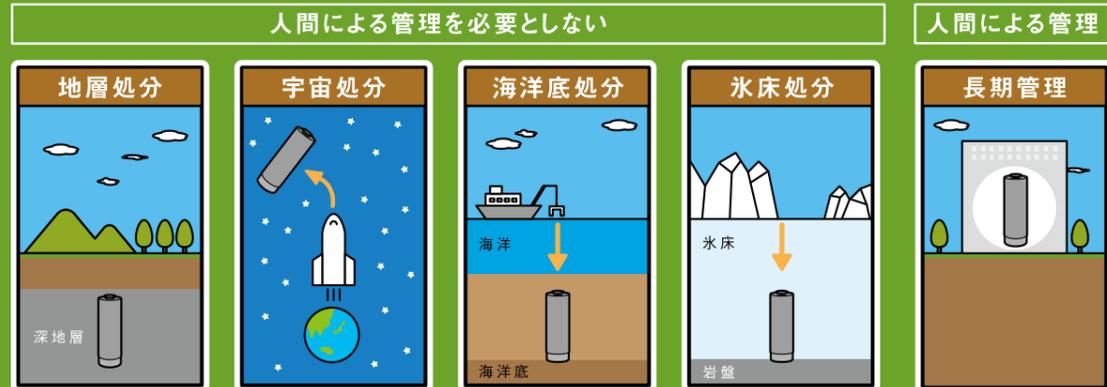
放射性廃棄物を数万年以上にわたり人間の生活環境から隔離するために、国際機関や世界各国でさまざまな処分方法が検討されてきました(図1)。

その中で、深い地層が本来持つ物質を閉じ込めるという性質を利用した、深い地層の安定した場所への「地層処分」が人間による管理を必要としない方法として国際的に共通した考え方となっており、フィンランドやアメリカでは、すでに処分地が決まっています(図2)。日本でも地下300mより深い安定した地層中(岩盤)に処分することとしています。深い地層には、地下水の流れが遅い、酸素が少なく物を溶かしにくいなどの特性があります。また、地層そのものにも地下水中に含まれる物質を取り込む性質があり、長い期間にわたって安定して物質を閉じ込める能力があると考えられています(図3)。実際に地層が放射性物質を閉じ込める性質を持っていることも分かっています。カナダのシガーレイクには、ウランを長期間閉じ込め、今日に至るまで安定した状態で保存されてきた鉱床が存在します(図4)。

(図1)

## 地層処分の選択

検討された方法



人間による管理を必要としない

人間による管理

地層が本来持っている、物質を閉じ込める性質を利用。  
 宇宙処分: 発射技術の信頼性に問題がある。  
 海洋底処分: 廃棄物などの海洋投棄を規制しているロンドン条約により禁止。  
 氷床処分: 南極条約により禁止。氷床の特性等の解明が不十分。  
 長期管理: 将来の世代にまで管理の負担を負わせてしまう。

(図2)

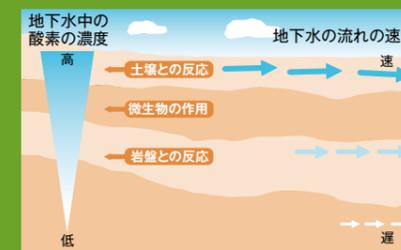
## 諸外国における放射性廃棄物の地層処分の状況

国名	廃棄物の形態	処分地	操業予定
フィンランド <sup>※1</sup>	使用済燃料	オルキオト	2020年
スウェーデン <sup>※1</sup>	使用済燃料	フォルスマルク(エストハンマル自治体) <sup>※3</sup>	2023年
アメリカ	ガラス固化体・使用済燃料	ユッカマウンテン <sup>※4</sup>	未定
	TRU廃棄物 <sup>※2</sup>	カールスバッド	操業中
フランス	ガラス固化体 カテゴリーB廃棄物 <sup>※2</sup>	ビュール地下研究所近傍より選定される予定	2025年

※1 フィンランド・スウェーデンでは、使用済燃料を高レベル放射性廃棄物としてそのまま処分することとしているため、日本の地層処分低レベル放射性廃棄物に相当するものはありません。  
 ※2 地層処分低レベル放射性廃棄物を含むカテゴリー。  
 ※3 実施主体であるスウェーデン核燃料・廃棄物管理会社(SKB社)が選定。  
 ※4 現政権が計画を中止。今後の計画について検討を開始。(2010年10月現在)

(図3)

## 深い地層での地下水の性質

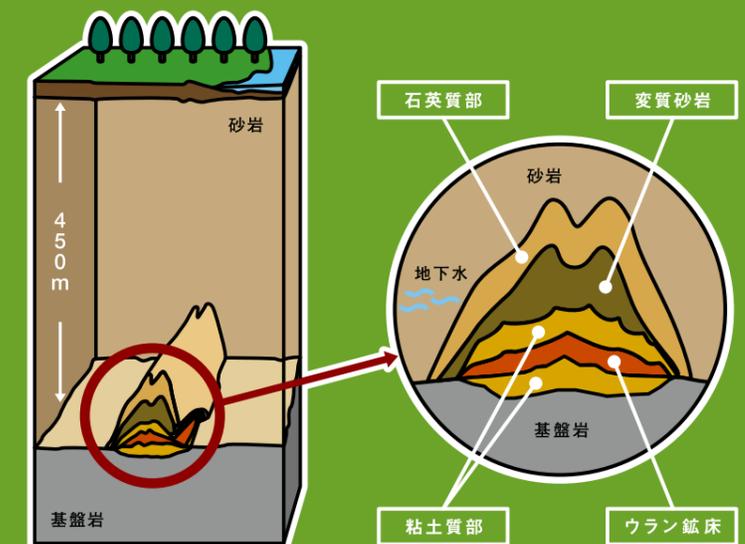


酸素が少なく、地下水の流れが遅い環境では長期間にわたって放射性物質を地下に閉じ込めておくことができると考えられています。地表に降った雨水は、溶け込んでいる酸素が、深い地層に達するまでに土壌中の微生物によって消費されたり、土壌や岩盤と反応することにより、酸素をほとんど含まなくなると考えられます。このような地下水は、物を溶かしにくく、金属を腐食させにくいという性質を持っています。また深い地層では地表付近に比べて地下水の動きは非常に遅く、1年間に数ミリメートル程度しか動かない場所があります。

(図4)

## 深い地層が本来持つ物質を閉じ込める性質

カナダのシガーレイクでは、約13億年前に閉じ込められたウランが、今日に至るまで安定した状態で保存されています。これは、深い地層の環境が、長い期間にわたって物質を閉じ込める性質があるということを示しています。



# 地層処分は どうやって行うのですか？

人工バリアと天然バリアを組み合わせた「多重バリアシステム」で、長期にわたり放射性物質の動きを抑え閉じ込めます。

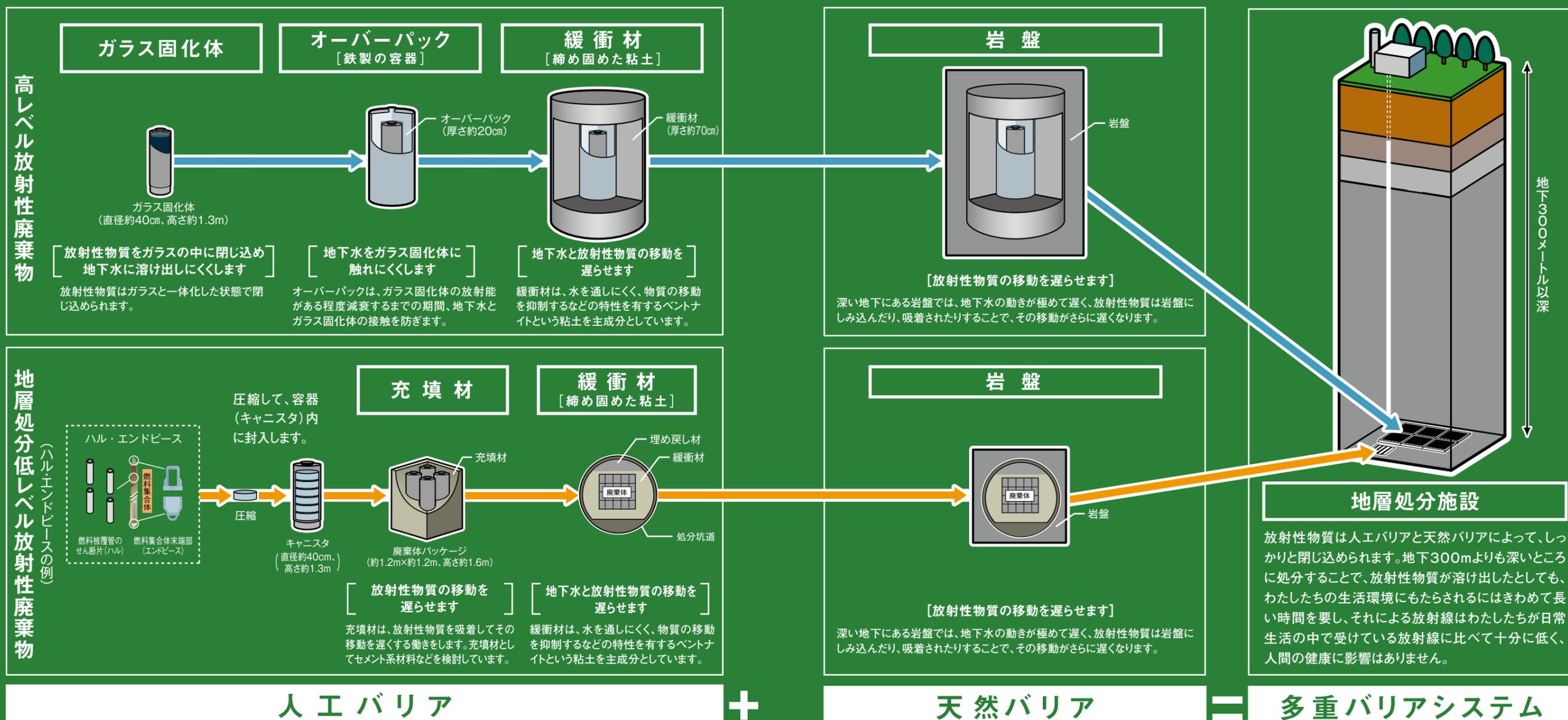
高レベル放射性廃棄物と地層処分低レベル放射性廃棄物は、廃棄物の特徴に応じた適切な人工バリアを施したうえで、地下300mより深い安定した地層(天然バリア)中に処分します。

人工バリアと天然バリアを組み合わせた「多重バリアシステム」で閉じ込めることにより、長期間にわたり安全に放射性廃棄物をわたしたちの生活環境から隔離することができます。

高レベル放射性廃棄物は、放射能が高く発熱が大きいことから、それがある程度減衰するまでの期間(少なくとも1000年間)、ガラス固化体が地下水と接触しないようにオーバーパックと呼ばれる厚い鉄製の容器に収納し、1体ずつ間隔を空けて処分します。

これに対し、地層処分低レベル放射性廃棄物は、十分に放射能が低く発熱が小さい\*ことから、そのような容器に収納せず、ハル・エンドピースを例にとると、廃棄体をまとめて廃棄体パッケージにし、積み重ねて処分します。

\*処分直後の時点で高レベル放射性廃棄物の約80分の1(放射能)、約130分の1(発熱)です(地層処分低レベル放射性廃棄物のうち、放射能が高く発熱の大きい、ハル・エンドピースの場合)。



# どのような場所が地層処分に 適しているのですか？

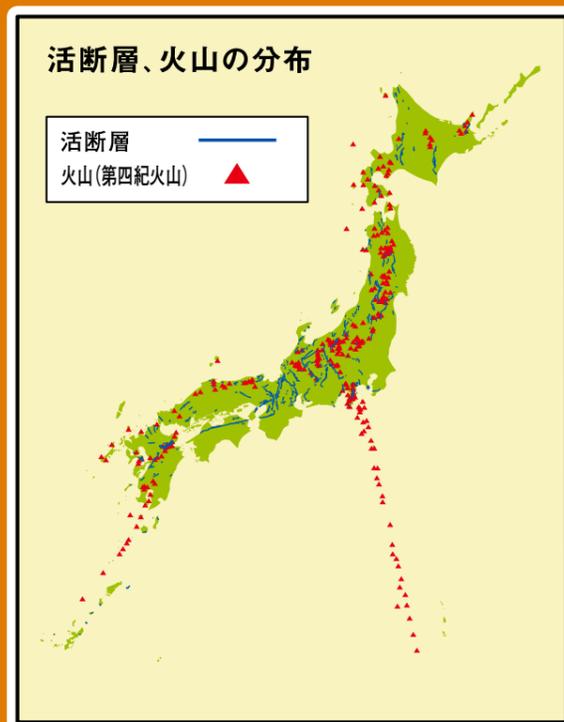
火山活動や断層活動の影響が及ばない  
安定した地層を選びます。

日本には火山が多数あり、地震や断層活動も多いため、それらの調査・研究が進んでいます。  
調査・研究によると、火山活動や断層活動は限られた地域内で繰り返し起こっています(図1)。  
したがって、こうした活動地域を避けることにより、  
火山や活断層の影響を受けにくい安定した地域を選ぶことができます。  
また地層処分施設は、隆起・侵食の起こりやすい地域についても、調査を行ったうえで避けるように考慮します。  
地層処分の安定性を損なうおそれのある自然現象が及ばない安定した地層は、日本にも広く存在しています。  
地層処分施設は、条件を満たす地域であればさまざまな地質環境に建設することが可能です(図2)。  
NUMOでは、火山、活断層、隆起・侵食等の調査、評価に関する技術開発を着実に進めております。

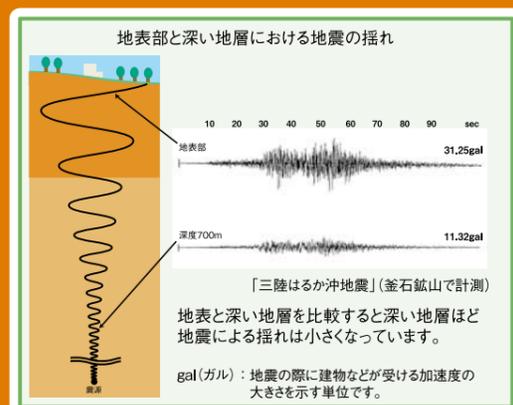
(図1)

## 安定した地層の選択

日本は、火山活動や断層活動が多いため、その調査・研究が進んでいます。これらの調査・研究によると、火山活動は過去200万年前からほとんど活動地域に変化がなく、断層活動についても、過去数十万年にわたり同じ活断層で繰り返し起こっています。また、地震については、一般的に深い地層では地上に比べてはるかに揺れが小さいことが分かっています。



200万分の1活断層図編集ワーキンググループ(2000)  
および第四紀火山カタログ委員会編(1999)を編集

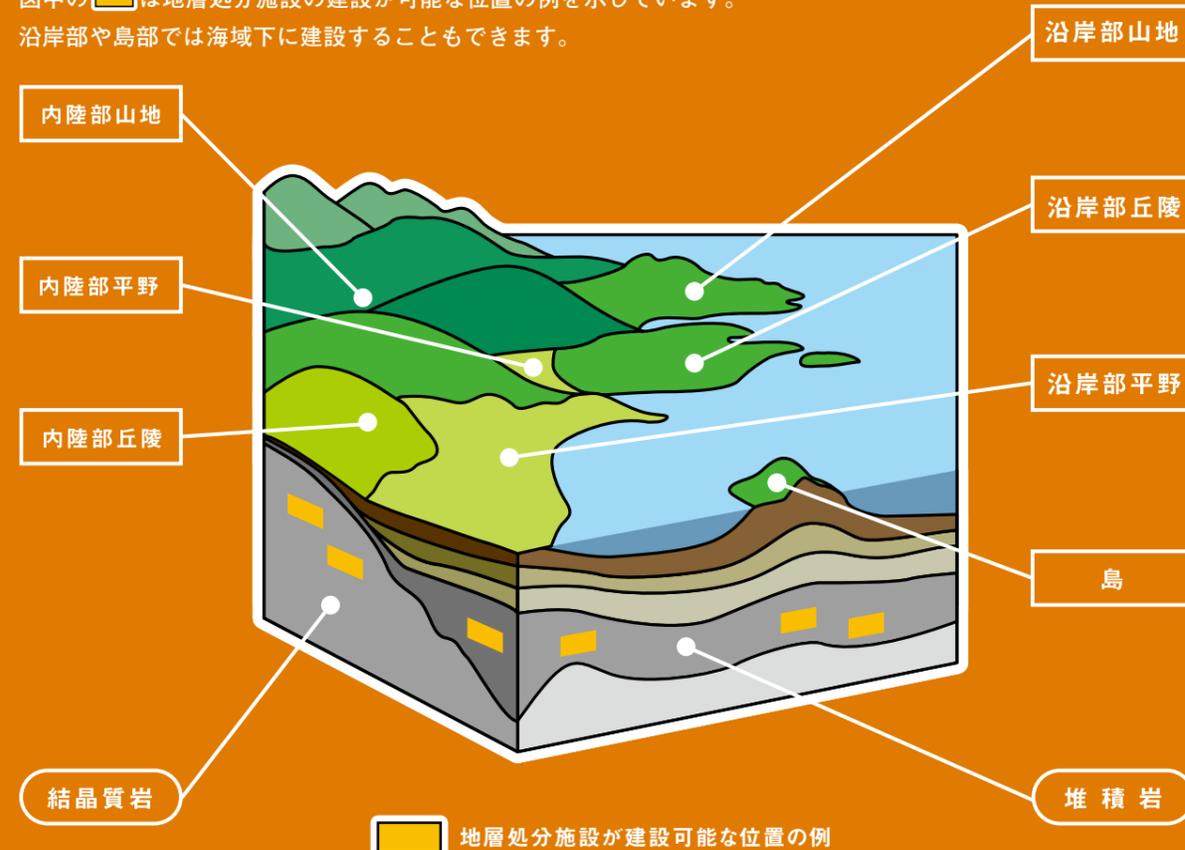


出典：経済産業省資源エネルギー庁「TALK.考えよう、放射性廃棄物のこと」(平成20年4月)

(図2)

## 地層処分施設の建設可能地域

地層処分施設が建設できる地域は、必要な面積が確保できて、安定した場所であれば、内陸部や沿岸部、山地などさまざまな場所が考えられます。  
図中の  は地層処分施設の建設が可能な位置の例を示しています。  
沿岸部や島部では海域下に建設することもできます。



# どのような地層処分施設になるのですか？

地層処分施設は、地質環境や廃棄物の特徴に応じて設計、建設します。

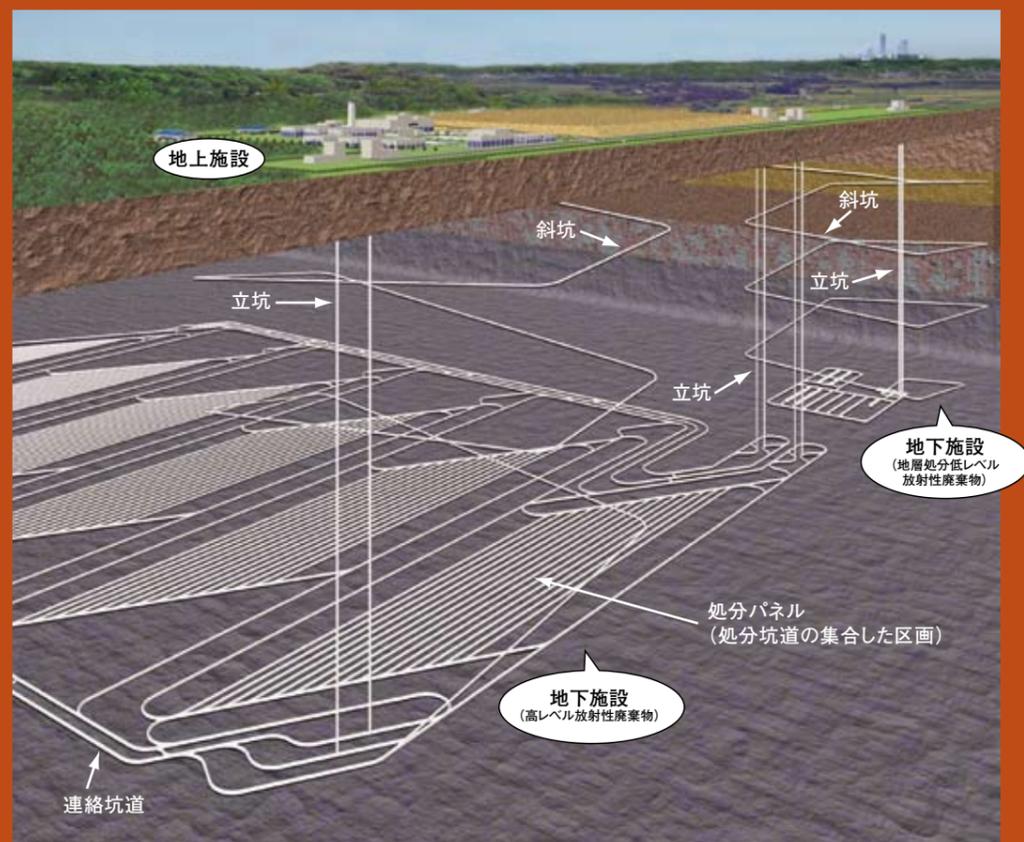
地層処分施設は、地質環境や廃棄物の特徴に応じて、人工バリアや地下施設のレイアウトを工夫して設計・建設します(図1)。地下施設は地下300mより深い安定した岩盤中に建設し、4万本の高レベル放射性廃棄物と19,000m<sup>3</sup>の地層処分低レベル放射性廃棄物を人工バリアと共に埋設できる規模\*とする計画です。また、高レベル放射性廃棄物と地層処分低レベル放射性廃棄物の地層処分施設は、それぞれ別の場所に設置することも、同じ場所に設置すること(併置)も可能です。NUMOは、処分施設建設地の選定、施設の建設、地層処分の実施、施設の閉鎖・閉鎖後の管理などや、それらに必要な費用の徴収を行っています(図2)。あわせて、事業の推進に必要な技術開発についても、国や関係機関の基盤研究開発成果を踏まえ、実施主体として処分事業の安全な実施や経済性および効率性の向上などを目指し着実に進めております。

\*「特定放射性廃棄物の最終処分に関する計画」(平成20年3月閣議決定)を踏まえた施設規模です。

(図1)

## 地層処分施設のレイアウト例

高レベル放射性廃棄物と地層処分低レベル放射性廃棄物の地層処分施設を併置した例。



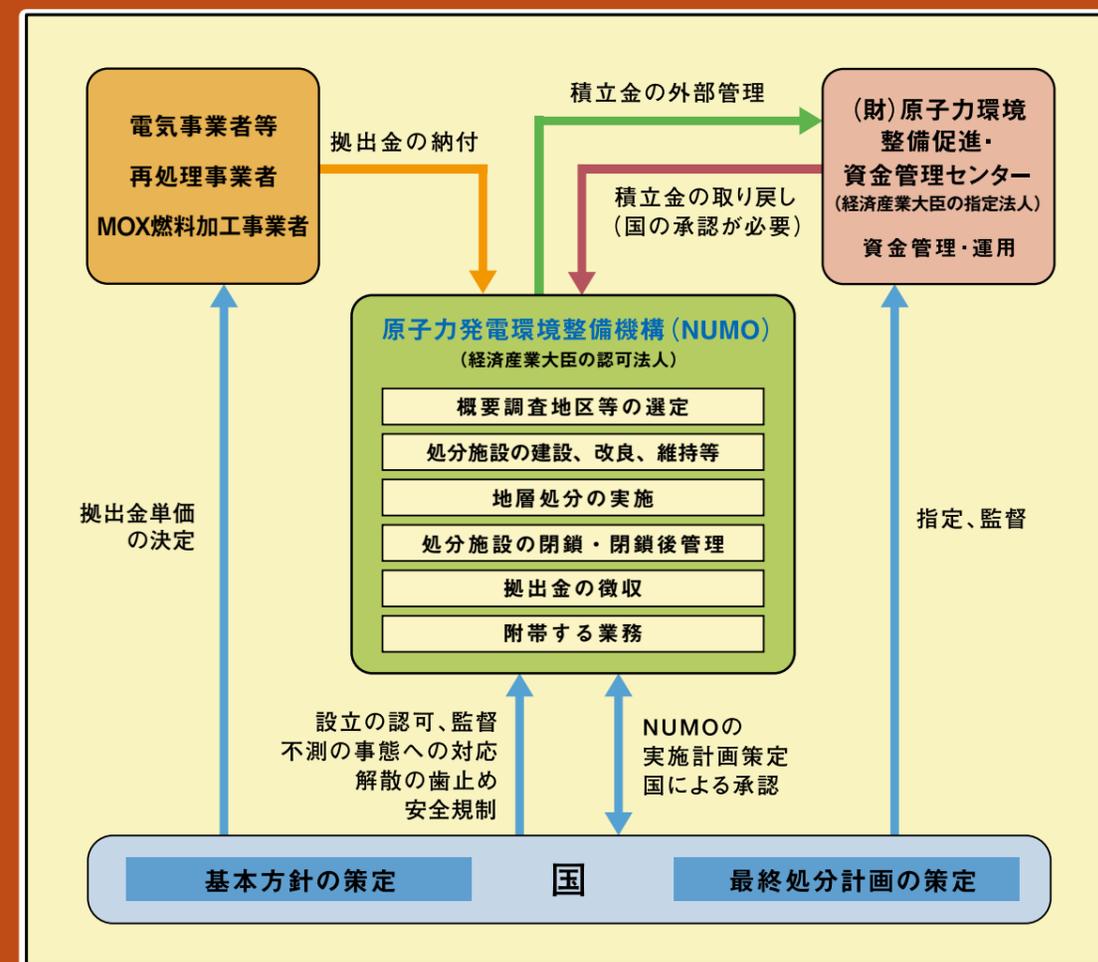
### 仕様の一例 (結晶質岩、深度1000mの場合)

地上施設 ・敷地面積:1~2km <sup>2</sup>	高レベル放射性廃棄物の地下施設 ・大きさ(平面):約3km×約2km	地層処分低レベル放射性廃棄物の地下施設 ・大きさ(平面):約0.5km×約0.3km
----------------------------------	---------------------------------------	---

(図2)

## NUMOの事業内容

法律\*に基づき経済産業大臣の認可法人として2000年10月に設立されたNUMOは、国の監督のもと、電力会社などと連携して地層処分事業を安全・確実に進めていきます。



\*「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」

# 処分施設建設地はどのように選定するのですか？

処分施設建設地の選定は3段階の調査を経て行い、  
 地域のみなさまの声を十分に反映して進めていきます。  
 処分施設建設地の選定は平成40年前後を目途、  
 操業開始は平成40年代後半を目途としています。

NUMOは、事業の透明性を図りつつ、地域の意向を十分尊重する観点から、全国の市町村を対象に「最終処分施設の設置可能性を調査する区域」の公募を行っています(図1)。

応募をいただいた区域については、火山や活断層などの地質的な条件\*が処分施設建設地として明らかに不適切でないことを確認後、3段階のプロセスで調査・選定を行っていきます。

まず文献その他の資料により調査を行い、文献調査をもとに「概要調査地区」を選定したうえで、概要調査、精密調査を行い、処分施設建設地を選定します。

また、それぞれの調査の段階で報告書を作成し、これに対して地域のみなさまから意見書をいただく機会を設けます(図2)。

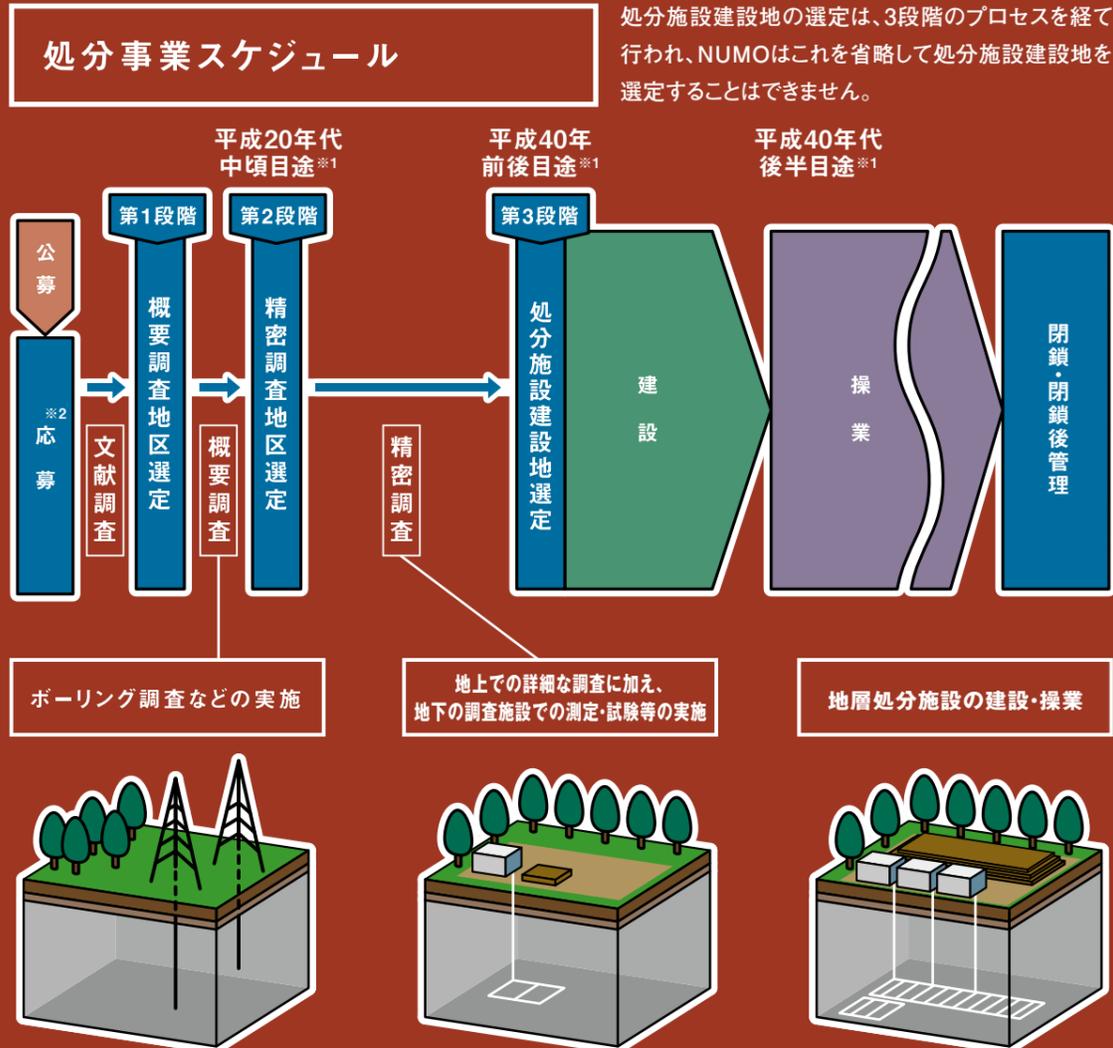
国は、この各段階の選定において関係都道府県知事および市町村長の意見を聴いて

これを十分尊重しなければならないとされており、その意に反して選定が行われることはありません。

※ 地質的な条件

- ・陸域では空中写真判読等、海域では海上音波探査等に基づいて全国的に調査された文献に示されている活断層がある場所が含まれない。
- ・将来数万年にわたるマグマの活動範囲の拡がりの可能性を考慮し、火山(第四紀火山)の中心から半径15kmの円の範囲内にある地域が含まれない。

(図1)



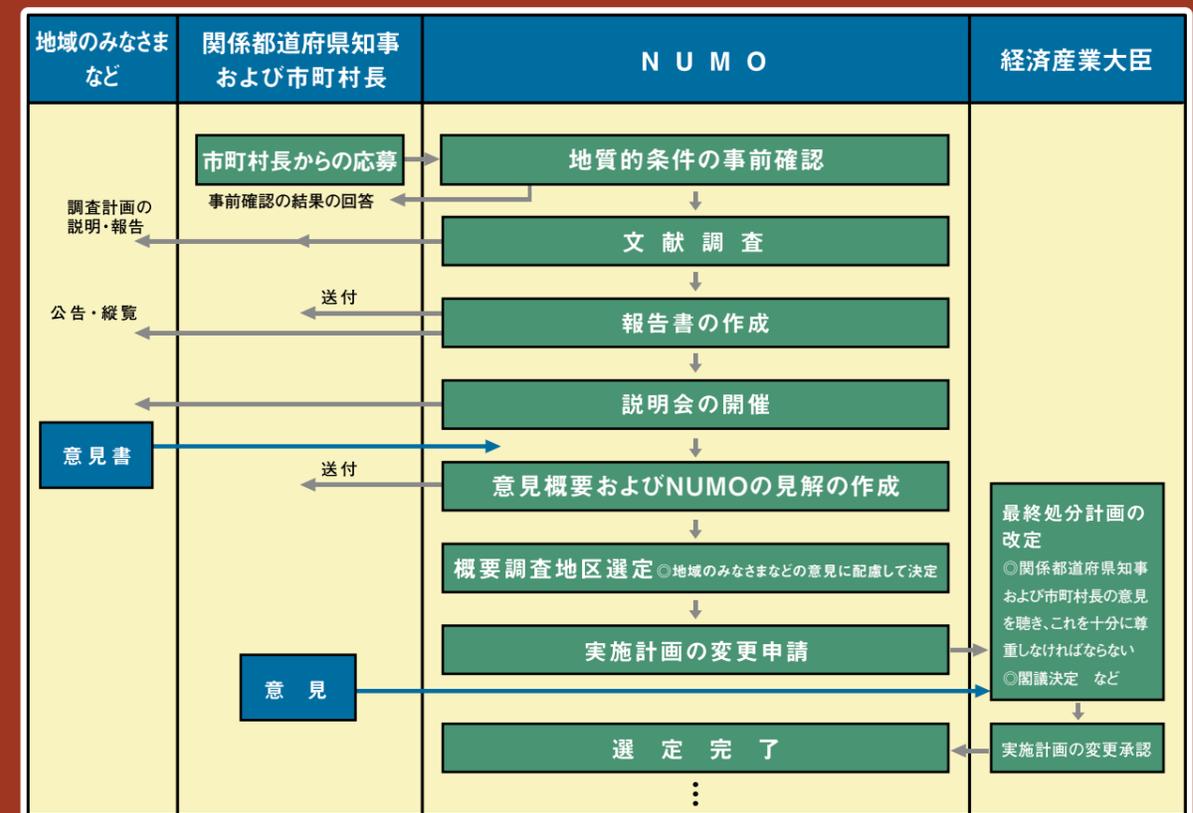
※1 「特定放射性廃棄物の最終処分に関する計画」(平成20年3月閣議決定)による。  
 ※2 地域の意向を十分に尊重しつつ、国が市町村に対し、文献調査実施の申入れを行う場合もあります。その場合、市町村長は、国の申入れに対して受諾の可否を表明することとなります。

(図2)

## 選定プロセスにおける地域の意見反映のしくみ

各段階の選定において、自治体や地域のみなさまのご意見が反映されるしくみになっています。

### ● 概要調査地区の選定プロセス



※精密調査地区の選定、処分施設建設地の選定も同様の手続きで進めます。

# 地域との共生は どのように進めるのですか？

地層処分事業は長期にわたる事業であり、  
地域と事業が共に発展することが必要と考えています。  
NUMOは、地域の一員として、  
共に考え、共に行動していきます。

地層処分事業は100年以上の長期にわたる事業です。地域の実情に応じた共生策を地域と共に検討し、  
事業を通して地域の活性化や住民福祉につなげる必要があります(図1)。

国は、調査を行う地域に対し、文献調査の段階から、電源三法交付金制度の「電源立地地域対策交付金」を交付し、  
処分事業の地域共生を支援します。この交付金は、調査区域が所在する市町村とその隣接市町村、

および都道府県に対し、地域振興策の検討や産業振興事業などのために交付されます(図2)。

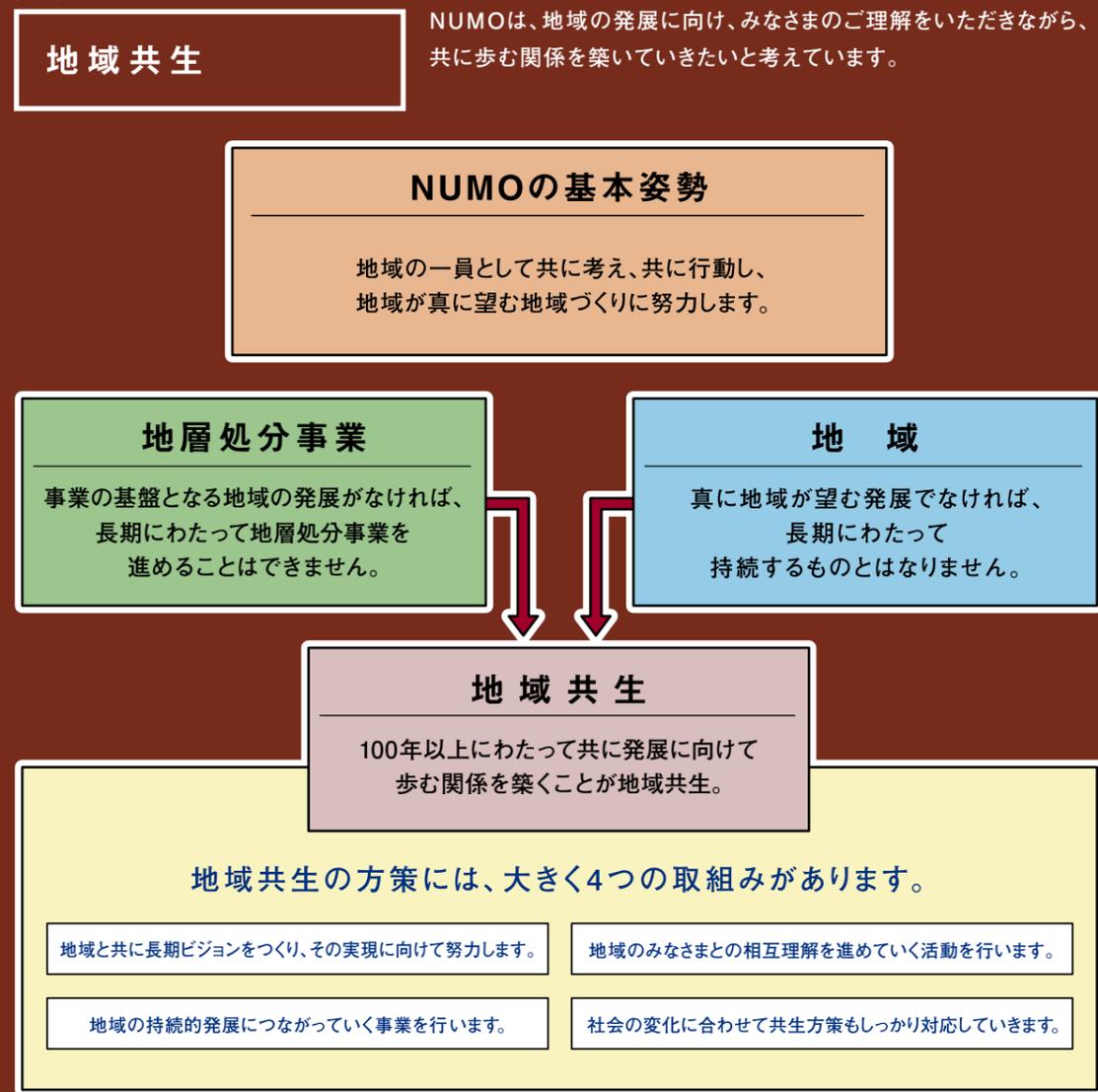
また、わたしたちNUMOにおいても、処分事業の効果が地域の発展につながるよう、

地域と一緒に地域ビジョンと処分事業とを結ぶ方策を検討し、国、電力会社などの関係者とも連携しながら、  
着実に実現していきたいと考えています。

処分事業にともなうさまざまな波及効果と地域共生事業の成果とがあいまって、

豊かで活気のある未来のまちを共に築いていきたいと思ひます。

(図1)



(図2)

