

# よくいただくご質問への回答

## Q & A

### 1. エネルギー政策

- ①日本の電力について ..... 1
- ②原子力発電のコストについて ..... 3
- ③核燃料サイクルについて ..... 5
- ④再生可能エネルギーについて ..... 7
- ⑤使用済燃料の貯蔵対策について ..... 11
- ⑥原子力の利用と最終処分について ..... 12
- ⑦廃炉に伴う放射性廃棄物の処分について ..... 13

### 2. 地層処分の概要

- ①地層処分概念の成立について ..... 16
- ②地層処分と地上保管について ..... 17
- ③直接処分について ..... 18
- ④暫定保管について ..... 19

### 3. リスクと安全対策

- ①超長期の対応について ..... 20
- ②ガラス固化体の放射能について ..... 22
- ③地下研究施設の地下水について ..... 24
- ④プレートテクトニクスの影響について ..... 25
- ⑤埋め戻し後の不測の事態について ..... 26

### 4. 科学的特性マップ

- ①地震の影響について ..... 27
- ②沿岸部における影響について ..... 30
- ③海域での処分について ..... 31
- ④岩種・地層の要件・基準化について ..... 32
- ⑤社会的側面の考慮について ..... 33

### 5. その他

- ①先行する北欧の地層処分事業について ..... 34
- ②風評被害について ..... 37
- ③過去の応募について ..... 39
- ④対話活動について ..... 40

2019 年 5 月



経済産業省  
資源エネルギー庁



## 1. エネルギー政策

### ① 日本の電力について

**Q** 原子力発電所が動いていなくても電氣は足りているのではないのでしょうか。

**A** : 原子力発電所が動いていなくても電氣が足りている感じがするかもしれませんが、全国の火力発電所では「焚き増し」、つまり、これまでより多くの燃料で多くの電力をつくり、原子力発電所の不在分を賄っています。

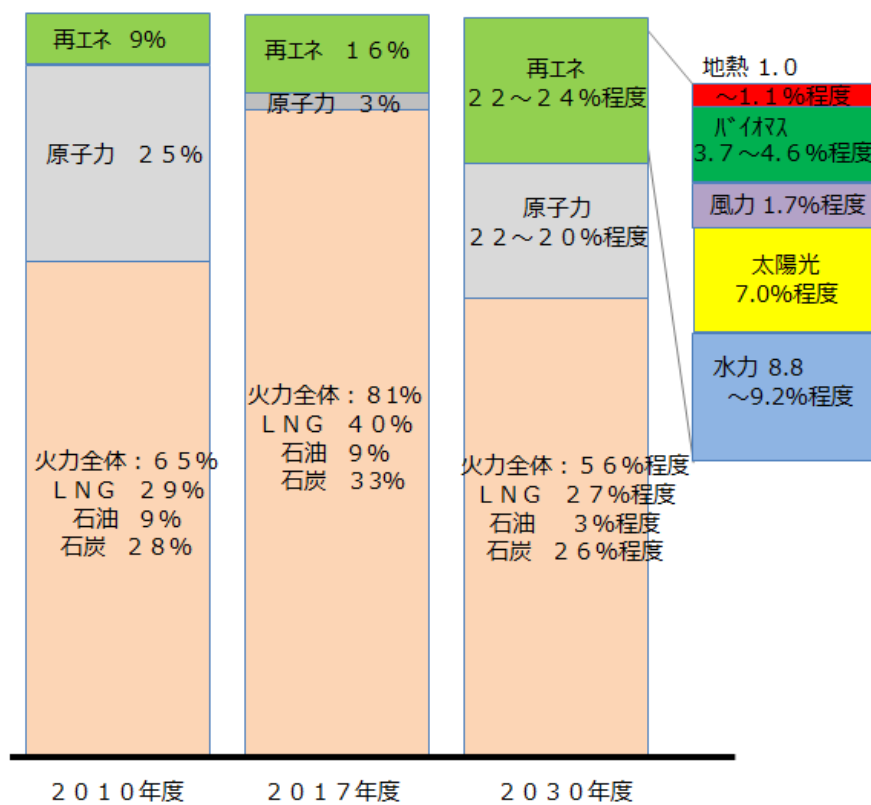
これは、私たちが支払う電氣料金に影響を与えています。火力発電に必要な燃料価格は震災前より低下していますが、火力発電自体が増加したこと、再生可能エネルギー（再エネ）の固定価格買取制度（FIT 制度）に伴う負担（再エネ賦課金：2012 年度 0.22 円/kWh（家庭）⇒2019 年度 2.95 円/kWh）などによって、電氣料金は上昇しています（2017 年度は 2010 年度と比較して家庭用では 16%、産業用では 21%上昇）。

また、電氣料金のほかにも、日本のエネルギー供給は、「エネルギー自給率」や「地球温暖化対策」といった面で、大きなリスクにさらされています。

資源の少ない日本では、電力供給の 8 割以上が石炭や石油などの「化石燃料」に依存しており、エネルギー自給率は O E C D 諸国の中でも 35 か国中 34 位と、非常に低い水準です（2017 年度確報値：9.6%）。加えて、電力由来の CO2 排出量は、震災前と比べて年間 3,700 万 t 増えています。

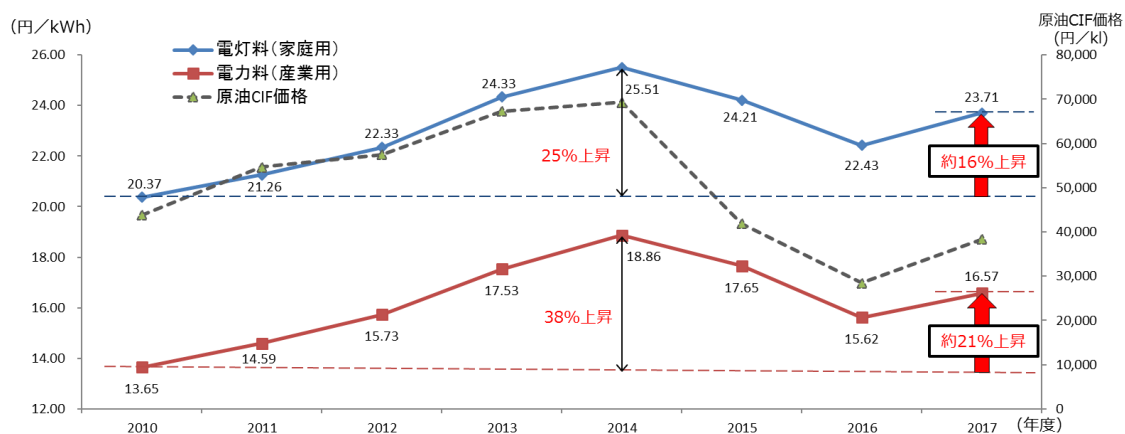
当然、徹底した省エネの推進や再エネの最大限の導入も図っていきますが、省エネには国民生活の利便性や企業の経済活動との関係で自ら限界があり、再エネについても、気象条件に影響される供給の不安定性やコスト高という課題があり、今すぐ原子力発電を代替できるものではありません。

## 日本の電源構成の推移



[出典] 資源エネルギー庁「長期エネルギー需給見通し」、「総合エネルギー統計」を基に作成

## 震災後の電気料金の推移



[出典] 電力需要実績確報(電気事業連合会)、各電力会社決算資料等を基に作成

## ② 原子力発電のコストについて

Q

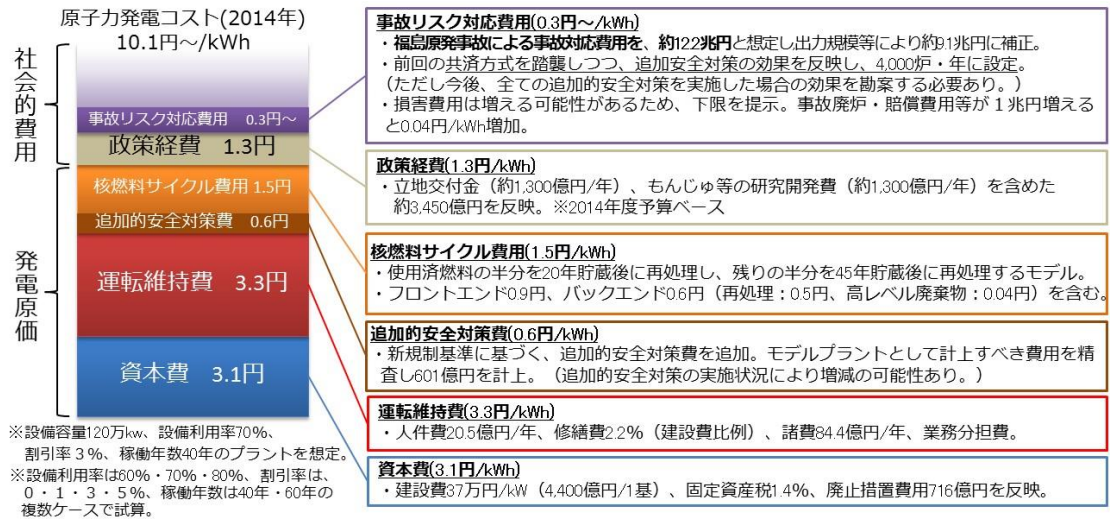
原子力発電所事故の処理や、「核のゴミ」の問題など、原子力はコストがかさむと思います。本当に「安い」と言えるのでしょうか。

A：原子力発電には、発電所の建設費用以外にも、万が一の事故にそなえる費用、最終処分費用、安全対策費用、廃炉に必要な費用など、さまざまなコストがかかることは事実です。

東日本大震災発生後の 2015 年に行ったコスト計算では、そうしたさまざまなコストをすべて盛り込んだ上で、kWh 当たり 10.1 円以上という数値を出しており、原子力発電は、他の電源よりも、なお安いという結果になっています。この時のコスト計算では、石炭火力発電は kWh 当たり 12.3 円、太陽光発電（メガ）は kWh 当たり 24.2 円という計算になりました。

これに対して、「事故の処理費用が今の予測よりも増えれば、原子力発電のコストも変わるのではないか？」などの指摘もあります。2015 年に行ったコスト計算では、そのような場合も想定し、「廃炉」「賠償」といった事故処理費用などのコストが増えると原子力のコストはどのように変わるかという分析も行いました。具体的には、仮に事故廃炉・賠償費用等が 1 兆円増加した場合でも、発電コストへの影響は、kWh 当たり 0.04 円の増加という計算になります。

## 原子力発電コスト



[出典] 資源エネルギー庁「長期エネルギー需給見通し小委員会に対する発電コスト等検証に関する報告」

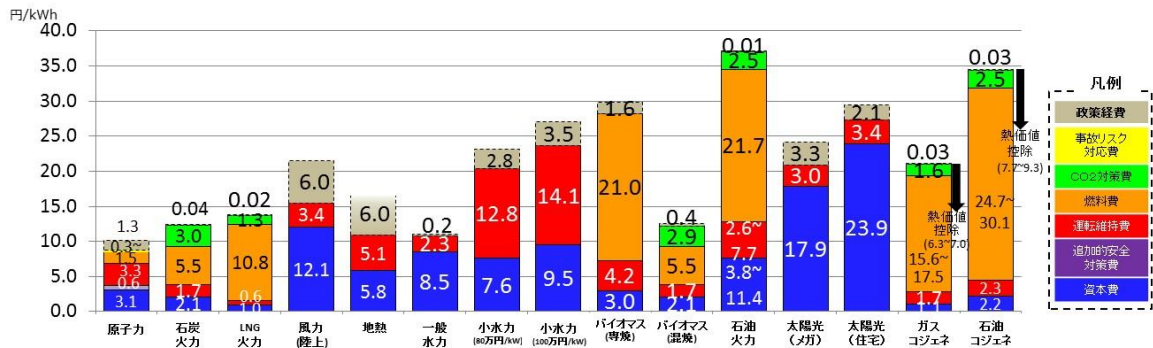
## 2014年モデルプラント試算結果の概要、並びに感度分析の概要

| 電源              | 原子力             | 石炭火力           | LNG火力          | 風力(陸上)         | 地熱              | 一般水力           | 小水力(80万円/kW)   | 小水力(100万円/kW)  | バイオマス(専焼)      | バイオマス(混焼)      | 石油火力                             | 太陽光(メガ)        | 太陽光(住宅)        | ガスコジェネ                           | 石油コジェネ                           |
|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------------|----------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 設備利用率<br>稼働年数   | 70%<br>40年      | 70%<br>40年     | 70%<br>40年     | 20%<br>20年     | 83%<br>40年      | 45%<br>40年     | 60%<br>40年     | 60%<br>40年     | 87%<br>40年     | 70%<br>40年     | 30~10%<br>40年                    | 14%<br>20年     | 12%<br>20年     | 70%<br>30年                       | 40%<br>30年                       |
| 発電コスト<br>円/kWh  | 10.1~<br>(8.8~) | 12.3<br>(12.2) | 13.7<br>(13.7) | 21.6<br>(15.6) | 16.9※<br>(10.9) | 11.0<br>(10.6) | 23.3<br>(20.4) | 27.1<br>(23.6) | 29.7<br>(28.1) | 12.6<br>(12.2) | 30.6<br>~43.4<br>(30.6<br>~43.3) | 24.2<br>(21.0) | 29.4<br>(27.3) | 13.8<br>~15.0<br>(13.8<br>~15.0) | 24.0<br>~27.9<br>(24.0<br>~27.8) |
| 2011コスト<br>等検証委 | 8.9~<br>(7.8~)  | 9.5<br>(9.5)   | 10.7<br>(10.7) | 9.9~<br>17.3   | 9.2~<br>11.6    | 10.6<br>(10.5) | 19.1<br>~22.0  | 19.1<br>~22.0  | 17.4<br>~32.2  | 9.5<br>~9.8    | 22.1<br>~36.1<br>(22.1<br>~36.1) | 30.1~<br>45.8  | 33.4~<br>38.3  | 10.6<br>(10.6)                   | 17.1<br>(17.1)                   |

| 原子力の感度分析(円/kWh)    |       | 化石燃料価格の感度分析(円/kWh)     |       |       |       |
|--------------------|-------|------------------------|-------|-------|-------|
| 追加的安全対策費2倍         | +0.6  | 燃料価格10%の変化に伴う影響(円/kWh) | 石炭    | LNG   | 石油    |
| 廃止措置費用2倍           | +0.1  |                        | 約±0.4 | 約±0.9 | 約±1.5 |
| 事故廃炉・賠償費用等1兆円増     | +0.04 |                        |       |       |       |
| 再処理費用及びMOX燃料加工費用2倍 | +0.6  |                        |       |       |       |

※1 燃料価格は足元では昨年と比較して下落。それを踏まえ、感度分析を下記に示す。  
※2 2011年の設備利用率は、石炭:80%、LNG:80%、石油:50%、10%  
※3 ()内の数値は政策経費を除いた発電コスト  
※4 地熱については、その予算関連政策経費は今後の開発拡大のための予算が大部分であり、他の電源との比較が難しいが、ここでは、現在計画中のものを加えた合計143万kWで算出した発電量で関連予算を機械的に除いた値を記載。



[出典] 資源エネルギー庁「長期エネルギー需給見通し小委員会に対する発電コスト等検証に関する報告」

### ③ 核燃料サイクルについて

Q

再処理工場は稼働しておらず、「もんじゅ」も廃炉が決定され、核燃料サイクルは破綻しているのではないですか。

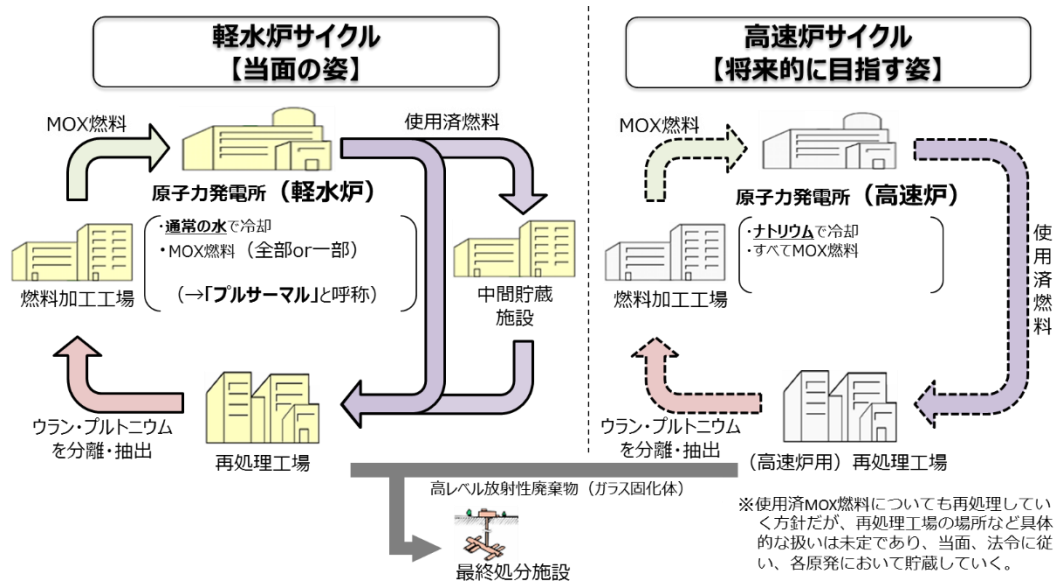
A : 核燃料サイクル（軽水炉サイクル）については、使用済燃料を直接処分する場合に比べて、コストが高くなるものの、①高レベル放射性廃棄物の量(体積)が約 4 分の 1 に減少し、②廃棄物の有害度が天然ウラン並みになるまでの期間が約 10 万年から約 8,000 年まで短くなり、③資源の有効利用などのメリットがあります。

また、高速炉サイクルの実現により、使用済燃料を直接処分する場合に比べて、①体積が約 7 分の 1 に、②廃棄物の有害度が天然ウラン並みになるまでの期間が約 300 年まで短くなるとされ、また、③より一層の資源の有効利用につながるなど、大きな効果が期待できます。

2017 年の六ヶ所再処理工場の竣工時期の変更は、新規制基準への対応に伴う安全対策工事の増加など、一層の安全性向上の観点から行われたものです。さらに、「もんじゅ」は、時間的・経済的コストの増大や、新たな運営主体の特定が困難であることなどが明らかになったため、廃炉措置に移行しますが、今後の高速炉開発に当たっては、「もんじゅ」の反省と教訓を踏まえ、「コスト効率性の追求」や「責任体制の確立」を図ってまいります。

こうした昨今の状況変化によっても核燃料サイクルの意義自体は何ら変わるものではなく、高速炉開発を含めた核燃料サイクルの推進を基本方針として取り組んでいきます。

## 核燃料サイクルの仕組み



[出典]資源エネルギー庁ホームページ

## 核燃料サイクルのメリット

|                                 | ワンスルー<br>(直接処分)        | 軽水炉サイクル<br>(再処理)       | 高速炉サイクル<br>(再処理) (※ 4)    |
|---------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|
| 資源の有効利用                         | ×                      | 新たに1～2割の<br>燃料ができる     | 軽水炉サイクルより<br>節約効果大        |
| 高レベル放射性<br>廃棄物の体積               | 1<br>＜使用済燃料＞           | 1/4<br>＜ガラス固化体＞        | 1/4～1/7 (※ 5)<br>＜ガラス固化体＞ |
| 高レベル放射性<br>廃棄物の有害度<br>の低下 (※ 1) | 約 10 万年<br>＜使用済燃料＞     | 約 8 千年<br>＜ガラス固化体＞     | 約 300 年<br>＜ガラス固化体＞       |
| コスト                             | (※ 2) 1.0<br>(円/kWh) ～ | (※ 3) 1.5<br>(円/kWh) ～ | 研究開発段階<br>のため、試算なし        |

※ 1 廃棄物の有害度が、発電に要した天然ウラン総量の有害度レベルまで低下するのに要する時間

※ 2 原子力委員会試算 (2011 年 11 月) (割引率 3%のケース)

※ 3 総合エネ調 発電コスト検証 WG 検証結果 (2015 年 5 月)

※ 4 軽水炉と高速炉の双方の活用を想定。高速炉では、軽水炉の使用済燃料から抽出したプルトニウム等を活用

※ 5 全体に占める高速炉の割合によって改善

#### ④ 再生可能エネルギーについて

Q

再エネをもっと推進すべきではないでしょうか。日本もドイツの取組を見習うべきではないでしょうか。

A：再エネは重要な低炭素の国産エネルギー源であり、日本で更なる導入拡大を図るためには、①コストの低減、②調整力の確保、③系統（送電網）制約の克服などの課題に取り組む必要があります。

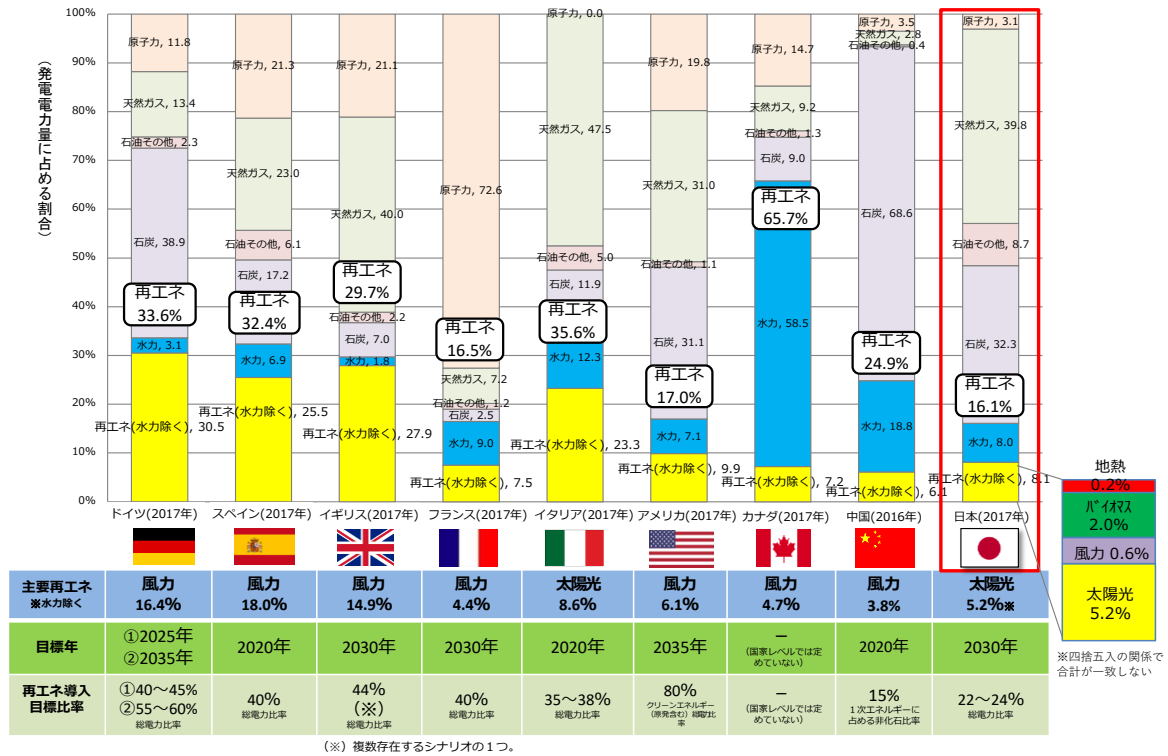
まず、再エネには、他の電源よりも発電コストが高いという課題があります。コストの高さは、国民負担に影響を与えます。固定価格買取制度による買取費用の一部は、賦課金というかたちで国民が広く負担していますが、2019年度の買取費用は約3兆6000億円、賦課金は約2兆4000億円となっています。そのため、中長期的な価格目標の設定や入札制度の活用などの取組も進めています。例えば、事業用の太陽光発電は、固定価格買取制度創設当初40円/kWhだった買取価格が今や1/3程度になっています。しかし、海外と比べるとまだ高く、引き続きコスト低減が必要です。

次に、「発電量が天候に左右されてしまい、発電量の予想が難しい」という再エネの特徴に対して、南北に長い形状の島国でどのように向き合うかという課題もあります。国と国が陸続きである欧州では、再エネの発電量が天候に左右されたとしても、隣の国と送電線で融通しあうことができます。電力が不足した場合には隣の国から余った電気をもらい、発電しすぎた場合には隣の国に電気を送れば良いのです。しかし、島国である日本では、この方法をとることができないため、再エネ由来の電気の出力を補い、バランスを調整する火力発電などの電源を確保することが不可欠です。このため、例えば、需給のひっ迫時などに発電できる能力を持つ事業者が稼働率に関わらず、安定的に対価を得ることができる「容量市場」や、送配電事業者が調整力を広域的に調達・運用することを可能とする「需給調整市場」の詳細な検討を進めています（調整力の確保）。

さらに、再エネの導入拡大に伴って、日本の電力系統に円滑につながることができないという問題が生じてきています。このため、既存系統を最大限に活用しつつ、再エネを円滑に系統に接続するため、一定条件の下で系統への接続を認める「日本版コネクト&マネージ」という取組の具体化が進められています（系統制約の克服）。例えば、過去の電気の流れを踏まえたより精緻な算出を行うことで、2018年4月から接続できる再エネの量も増えており、更なるルールの見直しに取り組んでいます。

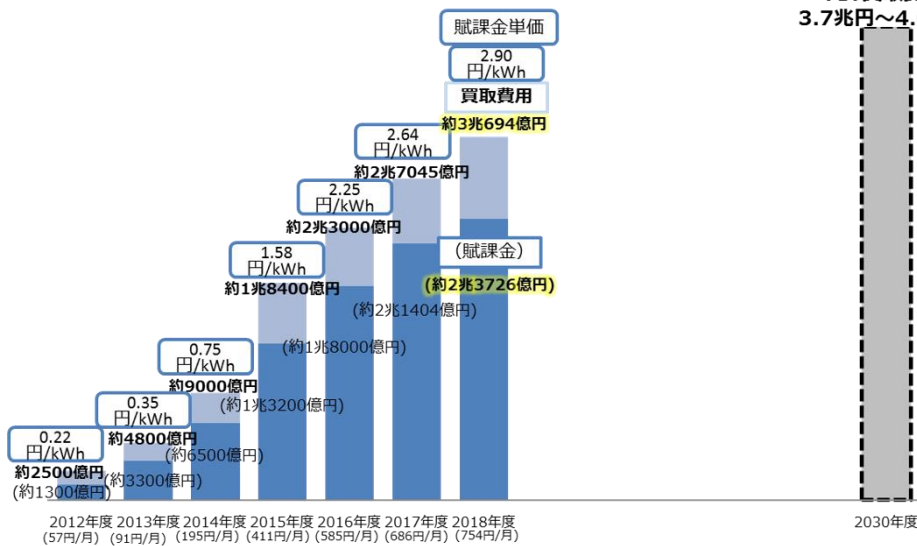
日本で再エネを主力電源にしていくためには、こうした取組を一つ一つ積み重ねることにより、日本ならではの課題も乗り越えていく必要があります。

# 主要国の電源構成比率



[出典] 資源エネルギー庁調べ

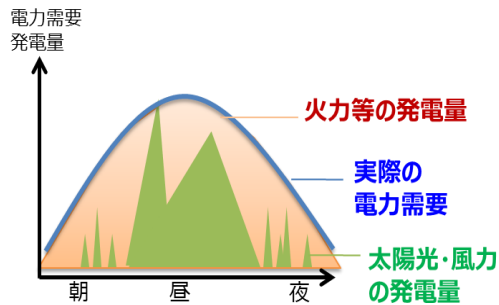
# 固定価格買取制度導入後の賦課金などの推移



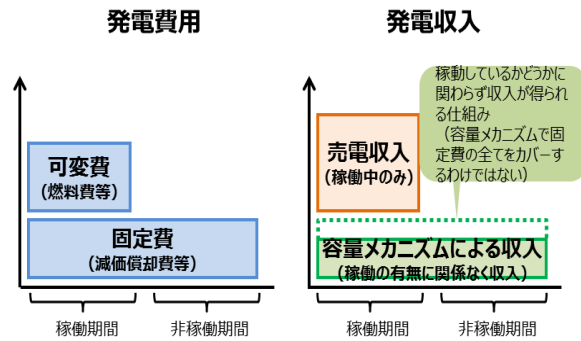
[出典] 資源エネルギー庁作成

## 容量市場の概要

### 電力需要と発電量のイメージ

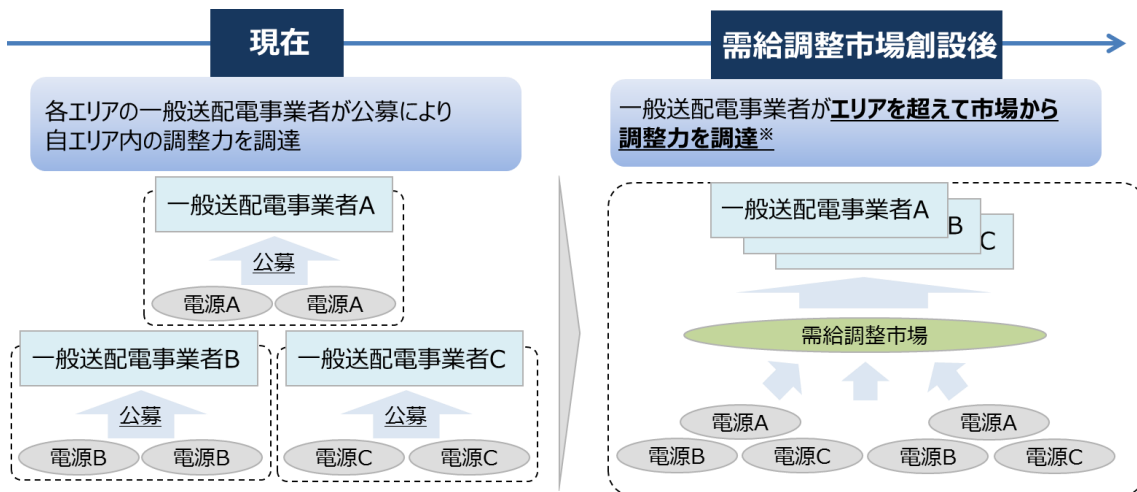


### 容量メカニズムによる投資費用回収イメージ



[出典] 電力・ガス基本政策小委員会 制度検討作業部会

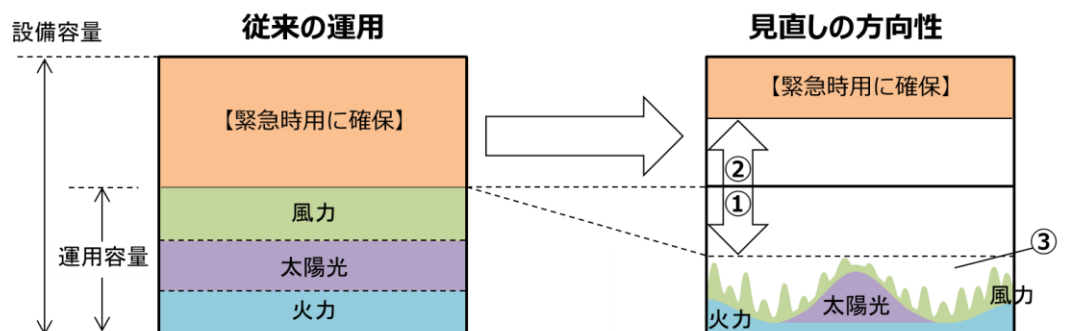
## 需給調整市場の概要



[出典] 電力・ガス基本政策小委員会 制度検討作業部会

## 日本版コネクト&マネージの概要

|            | 従来の運用   | 見直しの方向性                 | 実施状況（2018年12月時点）                                      |
|------------|---------|-------------------------|-------------------------------------------------------|
| ①空き容量の算定   | 全電源フル稼働 | 実態に近い想定<br>（再エネは最大実績値）  | 2018年4月から実施<br>約590万kWの空容量拡大を確認※ <sup>1</sup>         |
| ②緊急時用の枠    | 半分程度を確保 | 事故時に瞬時遮断する装置の設置により、枠を開放 | 2018年10月から一部実施<br>約4040万kWの接続可能容量を確認※ <sup>1, 2</sup> |
| ③出力制御前提の接続 | 通常は想定せず | 混雑時の出力制御を前提とした、新規接続を許容  | 制度設計中                                                 |



※ 1）最上位電圧の変電所単位で評価したものであり、全ての系統の効果を詳細に評価したものではない。  
 ※ 2）速報値であり、数値が変わる場合がある。

〔出典〕再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会

## ⑤ 使用済燃料の貯蔵対策について

Q

最終処分の話も大事ですが、まずは、使用済燃料の貯蔵対策を強化する必要があるのではないのでしょうか。

A：原子力発電所の再稼働や廃炉への取組が進展する中、使用済燃料の再処理を推進すると共に貯蔵能力の拡大を進めることが非常に重要です。

取組を強化するため、政府として、2015年に「使用済燃料対策に関するアクションプラン」を策定しました。

同プランに基づき、2015年以降毎年、経済産業大臣と電力事業者の社長からなる「使用済燃料対策推進協議会」を開催し、状況を確認するとともに、大臣から、事業者が策定した「使用済燃料対策推進計画」※を着実に進めるよう、要請しています。

※ 同計画では、使用済燃料の貯蔵能力について、現状の約2.4万トンから、約2.8万トン、2030年頃に約3.0万トンへの拡大を目指しています。

また、理解活動(シンポジウム等での使用済燃料対策の重要性の説明等)や、貯蔵能力拡大の取組への支援(交付金制度の見直し※)も行っています。

※ 貯蔵設備の新設・増設や、乾式貯蔵（維持管理の容易さ、施設設置場所の柔軟性、輸送の利便性等に優れる貯蔵方式）への支援を強化しています（2016年4月から）。

引き続き、官民が協力して、使用済燃料対策の推進に取り組んでいきます。

### （参考）主な使用済燃料対策の状況※

#### 【中部電力】

- 浜岡原子力発電所に関して、400tU規模の敷地内乾式貯蔵施設の安全審査中

#### 【関西電力】

- 中間貯蔵施設（2,000tU規模）について、2020年頃に計画地点を確定し、2030年頃に操業開始する方針

#### 【四国電力】

- 伊方発電所に関して、500tU規模の敷地内乾式貯蔵施設の安全審査中

#### 【九州電力】

- 玄海原子力発電所に関して、3号機の貯蔵設備の貯蔵能力増強（リラッキング）の安全審査中（290tU増容量）、440tU規模の敷地内乾式貯蔵施設の安全審査中

#### 【日本原子力発電】

- 東海第二発電所に関して、敷地内乾式貯蔵設備の活用（乾式キャスク70tU増容量）

#### 【リサイクル燃料貯蔵（RFS）】

- 青森県むつ市に3,000tU規模の中間貯蔵施設（乾式）の安全審査中

※ 電気事業連合会 HP「使用済燃料の貯蔵対策」（2019年3月時点）を基に作成  
<https://www.fepec.or.jp/nuclear/cycle/chozou/index.html>

## ⑥ 原子力の利用と最終処分について

**Q** まず原子力発電所を止めて、これ以上放射性廃棄物が増えないようにしてから最終処分の議論をすべきではないでしょうか。日本学術会議も「総量管理」すべきと提言したのではないのでしょうか。

**A** : 福島第一原子力発電所事故を踏まえ、省エネや再エネを最大限導入し、火力の効率化を進めることで、どこまで原子力発電の依存度を下げられるか徹底的に議論しましたが、資源に乏しい日本において、国民生活や産業活動を守るという責任あるエネルギー政策を実現するためには、原子力への依存度は最大限下げていくが、ゼロにするわけにはいかないという結論に至りました。

経済性（電力コスト）や温暖化対策の問題にも配慮しつつ、エネルギー供給の安全性を確保するためには、安全最優先という大前提のもと、原子力を活用していかざるを得ません。

そうした中で、過去 50 年以上にわたって原子力発電を利用してきた結果、既に相当量の使用済燃料が発生している以上、将来の原子力の姿がどのようなものになるにせよ、最終処分の問題については、原子力発電を利用してきた我々の世代が真正面から向き合い解決に向けて取り組んでいくべき重要な課題です。

なお、日本学術会議が提言した「総量管理」には、①将来の廃棄物発生量に上限を設定するという方法（すなわち将来的な脱原子力）と、②発電単位当たりの廃棄物の発生量をできるだけ抑制するという方法があり、どちらを選択するにせよ、国民的に議論していくべきだというのが提言内容です。必ずしも廃棄物発生量の上限管理とすべき、という提言内容ではありません。

「高レベル放射性廃棄物の処分について」（平成 24 年（2012 年）9 月 11 日）（抜粋）

総量管理とは、高レベル放射性廃棄物の総量に関心に向け、それを望ましい水準に保つように操作することであるが、その合意としては、「総量の上限の確定」と「総量の増分の抑制」とがあり、その内実がいかなるものとなるかは、原子力政策の選択と深く関係している。

「総量の上限の確定」とは、総量に上限を設定することであり、社会が脱原子力発電を選択する場合には、その脱原子力発電のテンポに応じて上限が定まってくる。

「総量の増分の抑制」とは、総量の増加を厳格に抑制することであり、単位発電量あたりの廃棄物の分量を可能な限り少ない量に抑えこむことに他ならない。

## ⑦ 廃炉に伴う放射性廃棄物の処分について

Q

各地で原子力発電所の廃止措置が進もうとしていますが、原子力発電所を解体することでも放射性廃棄物は発生するのではないのでしょうか。また、それらの処分はどうするのですか。

A : 原子力発電所の廃炉に伴い発生する廃棄物の大部分は、「放射性廃棄物でない廃棄物」や、「放射性物質が少なく、放射性廃棄物として扱う必要のないもの（クリアランス物）」であり、これらは一般の廃棄物として再利用または処分されます。

一方で、放射性廃棄物として扱う廃棄物は約2%程度発生しますが、これらは低レベル放射性廃棄物に区分され、放射能レベルに応じて処分方法が決まっています。

具体的には、低レベル放射性廃棄物の84%程度を占める放射能レベルが極めて低い解体コンクリート・金属などの廃棄物（L3廃棄物）は、人工構造物を設けない浅い地中に埋設します（トレンチ処分）。

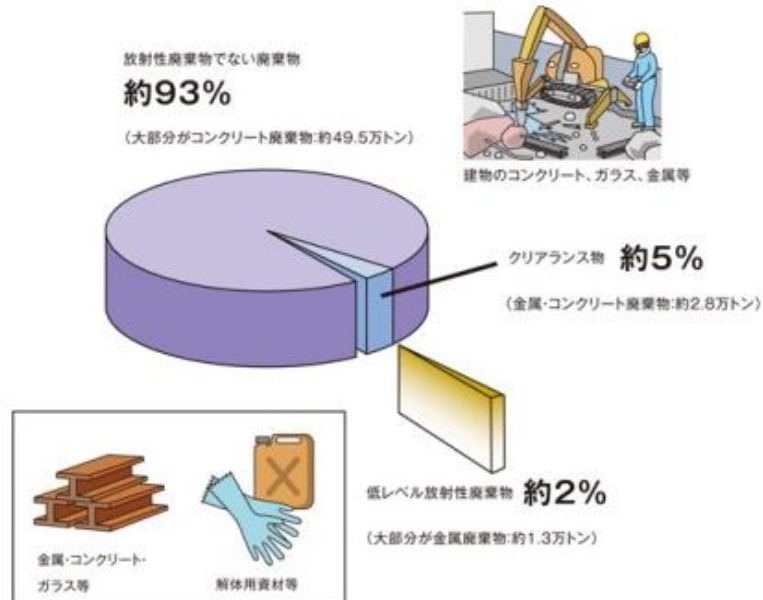
また、14%程度を占める放射能レベルが比較的低い廃液・フィルター・消耗品などの廃棄物（L2廃棄物）は、コンクリートピットを設けた浅い地中に埋設します（ピット処分）。

さらに、2%程度を占める放射能レベルが比較的高い制御棒などの廃棄物（L1廃棄物）は、一般的な地下利用に対して十分余裕を持った深度（地下70m以深）に埋設します（中深度処分）。なお、この処分方法に関する規制基準について、現在原子力規制委員会において議論されています（トレンチ処分とピット処分については策定済み）。

廃炉に伴う放射性廃棄物については、発生者責任の原則の下、事業者が処分場所の確保などにしっかり取り組むことが必要不可欠です。国としても、事業者がその責任を果たせるよう、必要な規制制度を整えるとともに、処分の円滑な実現に向け、研究開発を推進するなど、安全確保のための取組を進めてまいります。

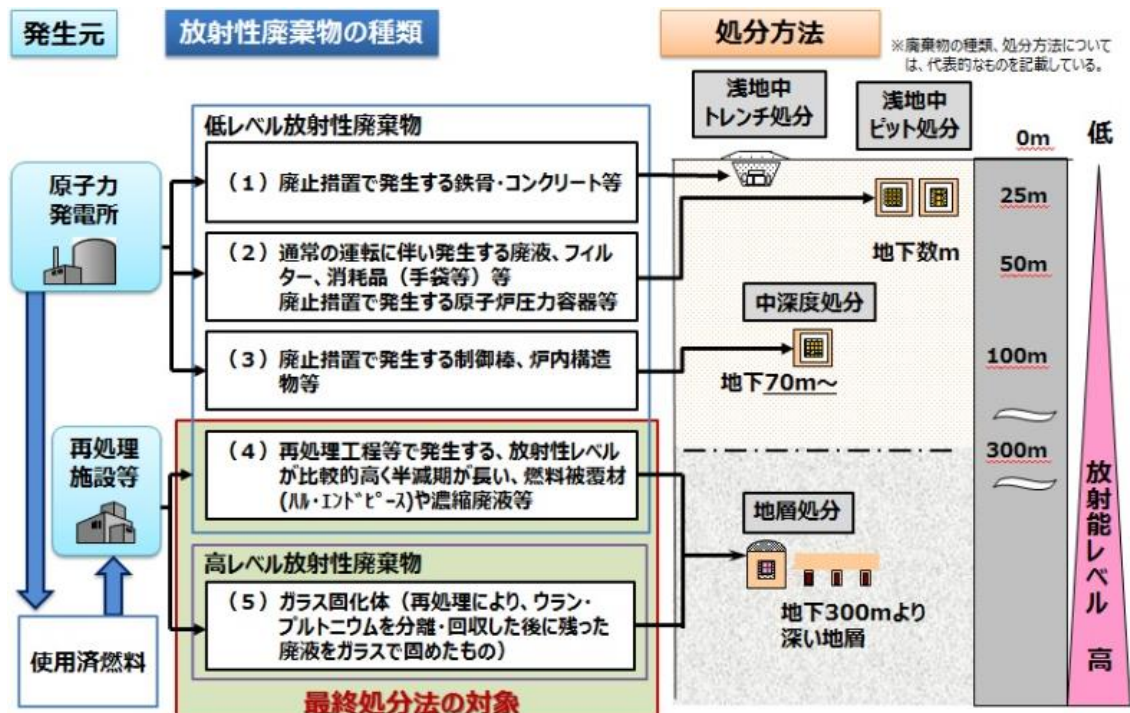
## 原子力発電所の廃止措置に伴い発生する廃棄物の量と種類

110万kW級の沸騰水型原子炉(BWR)の場合、発生する廃棄物の総量は約53.6万トン



[出典] 日本原子力文化財団：原子力・エネルギー図面集（9-1-2）

## 原子力発電に伴い発生する放射性廃棄物の種類と処分方法



### トレンチ処分の実施例



[出典]資源エネルギー庁ホームページ

※ 日本原子力研究開発機構（JAEA）の動力試験炉（JPDR）の解体に伴い発生した放射能レベルが極めて低い廃棄物について、1986 年より、同研究所敷地内で試験的に埋設を実施。

### ピット処分の実施例



[出典]資源エネルギー庁ホームページ

※ 原子力発電所の運転に伴い発生した放射能レベルが比較的低い廃棄物について、1992 年より、青森県六ヶ所村にある日本原燃(株)六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターで埋設を開始。

## 2. 地層処分の概要

### ① 地層処分概念の成立について

Q

原子力発電の利用を開始する前から、廃棄物の問題を考えておくべきだったのではないですか。

A : 原子力発電に伴い発生する放射性廃棄物の最終処分の方法については、原子力発電の利用が始まる 1966 年よりも前から検討が開始されました。当時は海洋で処分することが世界的に考えられており、日本も 1962 年に最終処分方式として深海投棄が検討されました。その後、海洋に廃棄物を処分するのは適切でないとの考え方により、地下に埋めることが検討され、1976 年から研究開発が進められてきました。

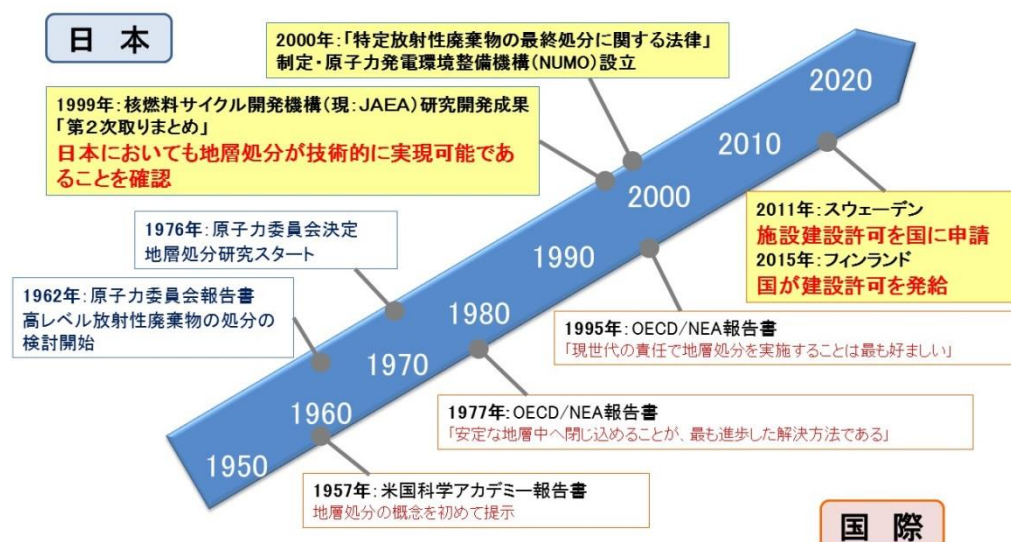
1999 年に核燃料サイクル開発機構（現在の日本原子力研究開発機構）から、専門家や研究機関による 20 年以上の調査研究を踏まえた報告書「わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性－地層処分 研究開発第 2 次取りまとめ－」が公表され、日本においても地層処分を事業化の段階に進めるための信頼性ある技術基盤が整備されたことが示されました。

原子力発電を開始した当初から処分方法は考えられており、その実現に向け、しっかり対応されてきました。問題は、処分方法はあるのに処分場所が決まっていないことであり、国民や地域の皆さまの理解を得ていくため、2015 年に基本方針を改定し取組を一段と強化しています。

<第 2 次取りまとめで示された内容>

- ①安全な地層処分に必要な条件を満たす地質環境が日本に広く存在し、特定の地質環境がそのような条件を備えているか否かを評価する技術
- ②幅広い地質環境条件に対して人工バリアや処分施設を適切に設計・施工する技術
- ③長期にわたる安全性を予測的に評価する技術とそれを用いて安全性が確認されたこと

#### 地層処分に関する取組の歴史



## ② 地層処分と地上保管について

**Q** 地下に埋設するよりも、地上で管理し続けた方が安心ではないですか。

**A** : 高レベル放射性廃棄物の放射能は、時間の経過とともに減少しながらも、長く残存します。その処分方法については、地層処分や、宇宙にロケット等で打ち上げる宇宙処分、海の底に廃棄する海洋底処分、南極の氷の下に処分する氷床処分といった最終処分、あるいは地上での長期管理など、さまざまな方法が国際機関や世界各国で検討されてきました。

地上施設で貯蔵管理する方式の場合、それが人間の生活環境に影響を及ぼさなくなるまで、数万年といった長期間にわたり地上施設を維持・管理していく必要があります。その間には施設の修復や建て替えも必要となります。さらに地震、津波、台風等の自然現象による影響や、戦争、テロ、火災等といった人間の行為の影響を受けるリスクがあります。

長期にわたり、このようなリスクを念頭に管理を継続する必要がある地上施設を残すことは、将来の世代に負担を負わせ続けることとなり、現実的ではありません。このため、人の管理を必要としない最終的な処分を行うべきであるというのが国際的にも共通した認識です。

### 地層処分以外の処分方法に対する評価

| 処分方式    | 概要                         | 評価                                                                                                                                                      |
|---------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 長期地上管理  | 地上において超長期にわたり管理            | <ul style="list-style-type: none"> <li>地下深部に比べ、自然事象やテロ行為に対し脆弱(OECD/NEA 2008)</li> <li>将来世代による積極的かつ継続的な管理が必要であり、長い期間に対しては不確実(NWMO 2005)</li> </ul>       |
| 宇宙処分    | ロケットで宇宙空間へ処分               | <ul style="list-style-type: none"> <li>ロケット発射の信頼性の問題</li> </ul>                                                                                         |
| 海洋底下処分  | 海上から海洋底下に処分                | <ul style="list-style-type: none"> <li>ロンドン条約により禁止</li> </ul>                                                                                           |
| 氷床処分    | 南極大陸などの氷床に処分               | <ul style="list-style-type: none"> <li>南極への処分は南極条約により禁止</li> </ul>                                                                                      |
| 核種分離・変換 | マイナーアクチノイド等の長寿命核種を短寿命核種に変換 | <ul style="list-style-type: none"> <li>全ての長寿命核種を変換することは困難と見込まれるため、いずれにしろ地層処分が必要(OECD/NEA 2008),(SKB2011)</li> <li>原子炉プラント類似の施設が必要(SK B 2011)</li> </ul> |
| 超深孔処分   | 数キロ深度のボーリング孔に埋設処分          | <ul style="list-style-type: none"> <li>定置プロセスがコントロールできない(SK B 2011)</li> <li>人工バリアによる防護が期待できない(SK B 2011)</li> </ul>                                    |

※OECD/NEA：経済協力開発機構／原子力機関

NWMO：核燃料廃棄物管理機関（カナダ）

SKB：スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社

### ③ 直接処分について

**Q** 使用済燃料を再処理せずに、直接処分の方が簡単なのではないでしょうか。

**A** : 使用済燃料を再処理せずに直接処分する場合、再処理した場合のガラス固化体と比べて、

- ① ウラン・プルトニウムが多量に存在するとともに、臨界の可能性がある
- ② 廃棄体の発熱量・放射線量が大きく、寸法も大きく重い
- ③ 必要となる処分場の面積が大きくなる

という違いがあります。

このため、ウランやプルトニウムが含まれている使用済燃料が核分裂を継続的に起こさないようにする対策や、ガラス固化体に比べて発熱量が大きい廃棄体を封入する容器の対策などについて検討するとともに、日本の地質環境条件等での使用済燃料の直接処分の技術的信頼性について評価する必要があります。

幅広い選択肢を確保する観点から、直接処分についても調査研究を進めていますが、資源の有効利用及び廃棄物の量を減らす、有害度を低減するといった観点から、「核燃料サイクル」を推進することを基本方針としており、直接処分への移行は想定していません。

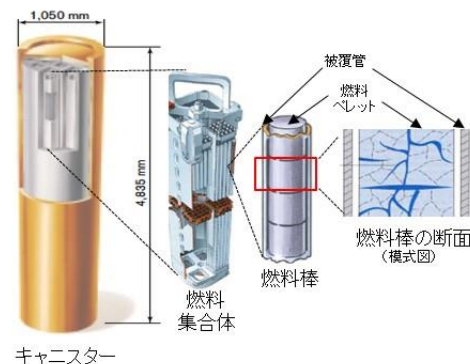
#### 使用済燃料とガラス固化体との違い

ガラス固化体(日本の例)



- 埋設されるガラス固化体を含むオーバーパックの重量は約6トン。
- オーバーパックの直径は0.82m、高さは1.73m。
- オーバーパックの候補材料は、炭素鋼。
- 放射性物質は、ガラスの分子構造の中に存在。

使用済燃料(スウェーデンの例\*)



- 埋設される使用済燃料を含むキャニスタの重量は約25トン。
- キャニスタの直径は1.05m、高さは4.84m。
- キャニスタの候補材料は、外側は銅、内部(インサート)は鋳鉄。
- 放射性物質は、燃料ペレット基質部、粒界、被覆管材料中等に存在。
- 発熱量はガラス固化体に比べて、単位重量あたり6割ほど大きくなる。

【出典】資源エネルギー庁「原子力政策の課題」平成24年11月 基本問題委員会 資料

#### ④ 暫定保管について

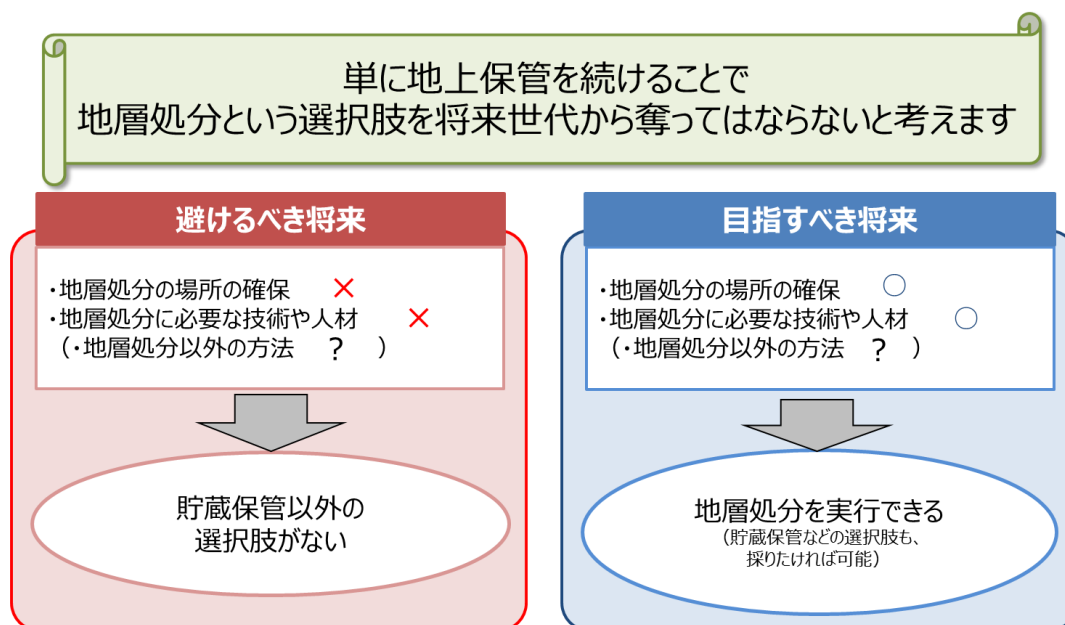
**Q** 暫く地上に保管して新たな技術開発を待った方が良いのではないのでしょうか。

**A** : 原子力発電を利用してきた現世代の責任として、現時点で最善と考えられる地層処分を前提に最終処分の実現を目指すべきであるというのが、国際的な共通認識です。他の技術が地層処分に替わるとの見通しは、どの国でも得られていません。

一方で、今の我々の見通しを超えた技術進展が起きる可能性も否定はできません。地層処分の実現を着実に目指しつつ、できるだけ回収可能性を確保し、将来世代に選択の余地を残すことも、新しい基本方針に盛り込まれました。地層処分を行うという選択枝を確固たるものとしつつ、それ以外の選択枝もできるだけ残す、ということを目指しています。

なお、日本学術会議が過去に出した報告書<sup>※</sup>の中で「暫定保管」という概念が示されていますが、その内容は、処分方法としては地層処分を前提としたものです。また、地上保管をいつまでも続けるべき、というものではありません。時間軸としては、約 30 年で地層処分のための合意形成と処分地選定を行い、その後 20 年以内を目途に処分場を建設する、ということが示されています。

※ 2015 年 4 月「高レベル放射性廃棄物の処分に関する政策提言－国民合意形成に向けた暫定保管」



### 3. リスクと安全対策

#### ① 超長期の対応について

**Q** 万年単位の話であるが、リスク対応・安全責任はどのように考えているのですか。

**A** : 長期の安全性は、数万年以上という非常に長期間と、不均質で大きな広がりをもつ岩盤を対象とすることから、実験などによって安全性を直接確認することができません。そこで、以下のような手順で安全性を確認します。これは国際的に共通した考え方です。

##### (1) リスク要因の抽出

埋設後の長期の安全性に影響を与えるかもしれない現象など (リスク要因) を網羅的に抽出します。

＜埋設後、数万年以上の長期間に渡って考慮すべきリスク要因＞

- ① マグマの処分場への貫入
- ② 著しい隆起・侵食速度
- ③ 鉱物資源の存在
- ④ 高い地温、熱水や酸性の地下水の流入
- ⑤ 断層のずれ
- ⑥ 好ましくない地質環境の特性

##### (2) 検討ケースの設定

リスク要因がもたらす影響 (リスク) を定量的に評価するための検討ケースを設定します。(放射性物質が地表まで移動することにより、人間の生活環境に与える影響をさまざまな要因を考慮して評価するケースなど)

##### (3) 解析による評価

場所の特徴と処分場の設計結果を考慮し、解析モデルと解析に必要なパラメータを設定して、人間の 生活環境への影響を算出 します。

このような解析により、安全性に及ぼす影響が大きい項目を抽出し、地下施設の配置などの設計に反映します。その結果を安全基準と比較することで、安全性を確認します。この手順を繰り返すことで、リスクをできる限り小さくしていきます。安全性を確認した結果、安全基準を満たさなければ、その場所は地層処分に不適と判断します。

その上で、処分事業における 一義的責任は事業実施主体であるNUMOが負 います。安全規制への適合・遵守にとどまることなく、安全性の向上に向けて不断に取り組む義務を有しています。

また、NUMOは、原子力損害賠償制度に基づく賠償責任を負 いますが、その上で、NUMOが対応困難な事故等が発生した場合や、NUMOが解散した後については、国が必要な措置を講じてまいります。

## リスク要因

埋設後、数万年以上の長期間にわたって考慮すべきリスク要因

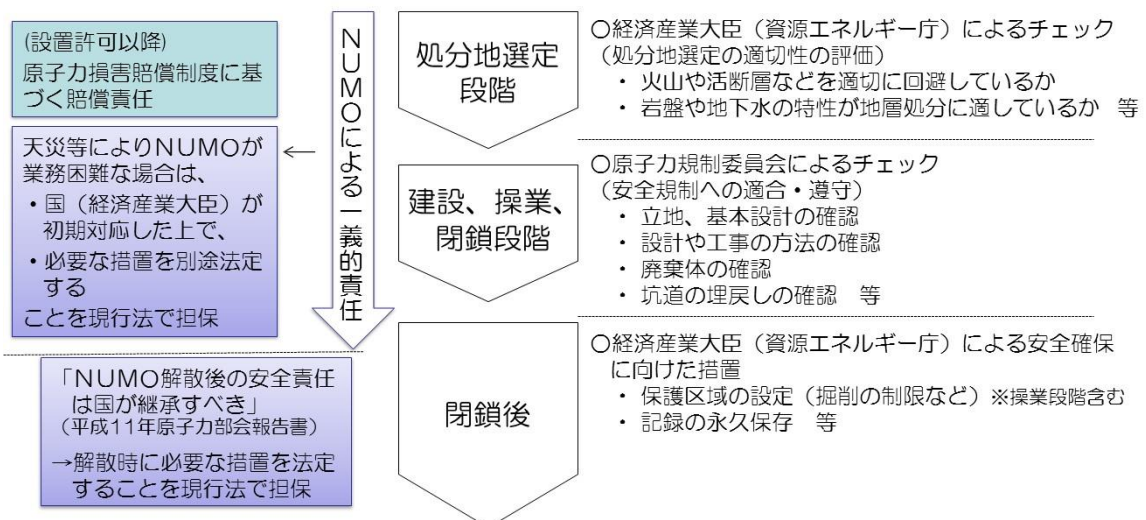
### 人間の生活環境からの隔離機能に関して

| リスク要因         |                                                                                                           |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ● マグマの処分場への貫入 | マグマが処分場へ貫入すると、地下施設が破壊され、放射性物質が地上に押し上げられて、隔離機能が喪失するおそれがあります。                                               |
| ● 著しい隆起・侵食速度  | 隆起・侵食が著しく大きい場所では、地下深部に設置した地下施設が岩盤と一緒に隆起したり、地表面が侵食されたりすることによって徐々に人間の生活環境と放射性廃棄物との距離が接近し、隔離機能が喪失するおそれがあります。 |
| ● 鉱物資源の存在     | 鉱物資源の探査・採掘などにより、誤って放射性廃棄物と人間とが接近し、隔離機能が喪失するおそれがあります。                                                      |

### 放射性物質の閉じ込め機能に関して

| リスク要因                         |                                                                                |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| ● 高い地温<br>● 熱水や酸性の地下水の処分場への流入 | 火山などの影響により、地温が高い場合や、熱水や酸性の地下水が処分場へ流入する場合には、人工バリアが変質するなどして、閉じ込め機能が喪失するおそれがあります。 |
| ● 断層のずれ                       | 地下施設内に存在する断層がずれると、人工バリアの一部が破壊されるなど、閉じ込め機能が喪失するおそれがあります。                        |
| ● 天然バリアや人工バリアの機能低下をもたらす地質環境特性 | 地下水の流れが緩やかでないなど、好ましい地質環境特性でない場合は、天然バリアや人工バリアが十分な閉じ込め機能を発揮できなくなるおそれがあります。       |

## リスク対応・安全責任の考え方



## ② ガラス固化体の放射能について

Q

ガラス固化体から人が近寄れないほど強い放射線が出ると言われますが、どの程度危険ですか。

A : ガラス固化体から出る放射線は、金属やコンクリートなどで遮へいすることで小さくすることが可能です。製造直後は、仮に真横に人間が立てば 20 秒弱で人が死に至るほどの高い線量が出ますが、厚さ約 2m のコンクリートで遮へいするだけで、その外に人間が立ち入ることも可能なレベルまで線量が下がります。現在も、青森県六ヶ所村では、そのような仕組みで、ガラス固化体を安全に貯蔵しています（次ページ）。

また、時間とともに放射能は失われ、放射線も下がります。製造後 50 年もたてば、ガラス固化体を約 20cm 厚の金属製のオーバーパックに封入した場合の外側の表面線量は、約 2.7mSv/時まで低くなります。

その後もガラス固化体から出る放射線量は下がり続けます。1000 年後のオーバーパックの外側では、約 0.15mSv/時にまで下がります。

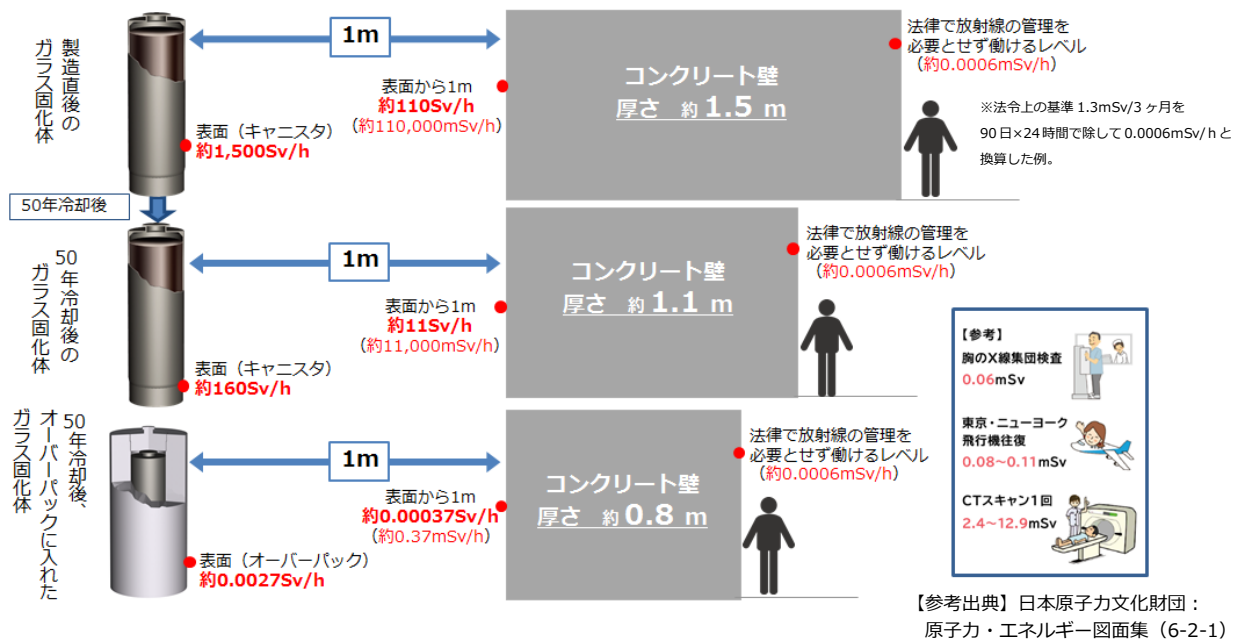
何を注意すべきかと言え、万年単位の長い年月を通じて、僅かに残った放射性物質が地下水によって地表近くまで運ばれ、遠い将来の人間に大きな影響を与えないかどうかです。そうしたことの無いよう、立地や設計によって対策を講じ、それによって影響が十分小さくなることを確認します。

## 高レベル放射性廃棄物貯蔵施設の貯蔵ピット



写真提供：日本原燃（株）

## ガラス固化体（高レベル放射性廃棄物）からの放射線量



### ③ 地下研究施設の地下水について

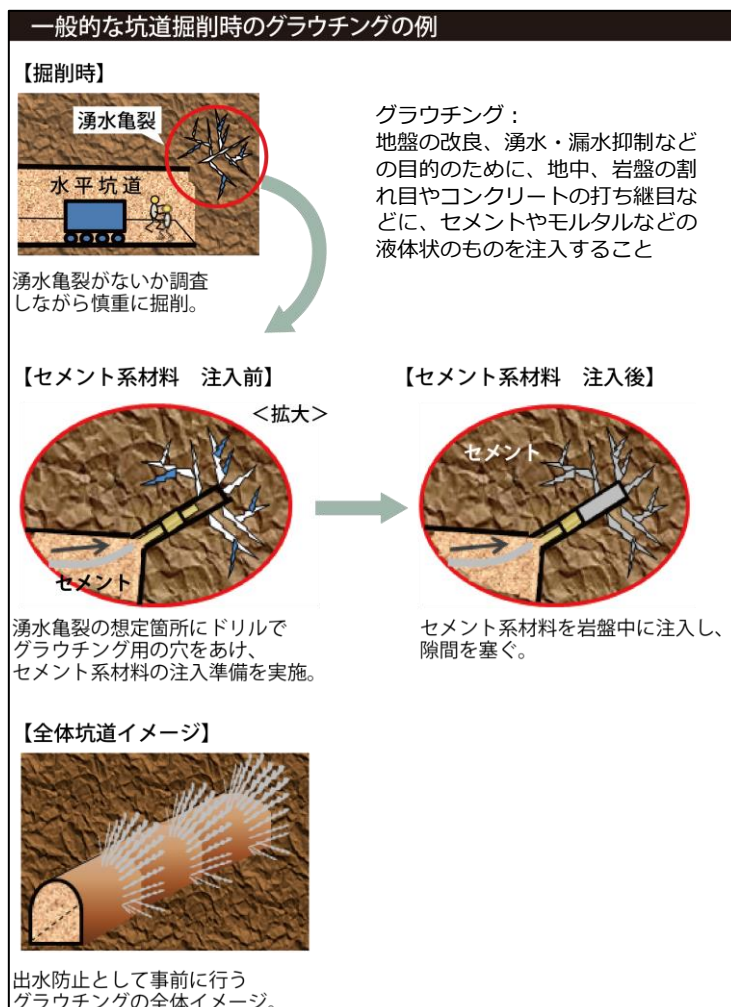
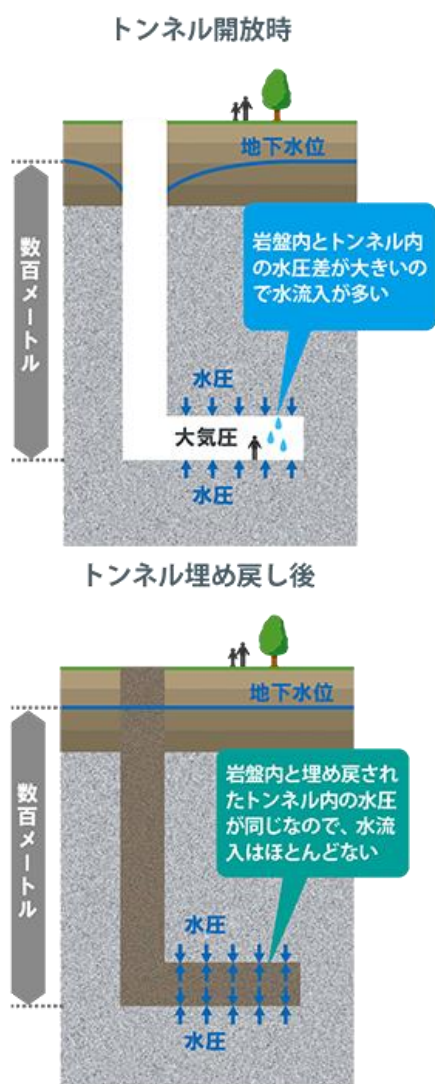
**Q** 地下研究施設では、たくさんの地下水が確認されていますが大丈夫なのでしょうか。

**A** : 本来、地下深部では、岩盤自体が水を通しにくく、また水を流そうとする力（圧力差）も小さいことから、地下水の流れは1年間に数mm程度と非常に遅いです。

一方、掘削したトンネル表面は大気圧であるのに対し、岩盤内には深度数100m分の水圧がかかっていますので、大きな圧力差が生じます。その結果、岩盤中のすき間からトンネル内に地下水が流入しやすくなります。

地層処分場の場合も、地下施設の建設中や、廃棄物の埋設作業中は同じように、地下の坑道と岩盤には圧力差が生じるため、地下水が流入しやすくなります。このため、排水設備を設置するとともに、調査により湧水量が多いと想定される箇所に対し、一般のトンネル建設でも採用されているグラウチング等の湧水対策を施すことを考えています。

地層処分場では最終的には地下坑道は完全に埋め戻し、岩盤と埋め尽くされた坑道の圧力差はほとんどなくなるため、再び地下水の流れは建設前のように、非常にゆっくりとした状態に戻ります。



#### ④ プレートテクトニクスの影響について

Q

地盤の安定したヨーロッパなどでは成立しても、4つのプレートが重なる日本で地層処分は難しいのではないですか。

A : 確かに、日本列島は4つのプレートがぶつかる場所に位置しています。プレートのもぐり込む場所やその周辺では、プレート間の摩擦で歪みが蓄積されたり、岩石が融けてマグマが生じるため、地震が頻発したり活発な火山活動が見られます。活断層のずれや火山活動など、著しい影響は避ける必要があります。また、埋設後の長期に、著しい隆起と侵食によって、処分場が地表に接近することも避ける必要があります。

日本も国土全体が地層処分に適さないということではなく、1970年代から長きにわたり研究が行われた結果、活断層や火山活動などの著しい影響を受けにくい長期にわたり安定した地下環境は、ヨーロッパと同様に我が国にも広く存在すると思われるとの評価が得られています。科学的特性マップには、こうした範囲として既存文献から推定される範囲が示されています。

なお、日本周辺のプレートの動きについては、その方向や速さ（数 cm/年）は数 100 万年前からほとんど変化が無く、こうしたプレートの動きに関する活断層や火山活動などの現象は今後も 10 万年程度はほとんど変化しないと考えられています。

安定していると考えられるヨーロッパにおいても北欧では、氷河期に形成される氷床の成長・後退に伴う岩盤にかかる荷重の変化により、地震、断層の活動や地盤の比較的速い速度の隆起沈降<sup>※</sup>が生じます。このように地域によって特徴があります。したがって、ヨーロッパにおいても段階的な調査を経て処分地が選定されます。

※ スウェーデンの処分予定地であるフォルスマルクは約 1 万 1000 年前の海底下 150m から約 2500 年前に陸地になった。

【出典】 諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について（2019 年版）（資源エネルギー庁発行）を引用



200 万年前～現在までの日本列島

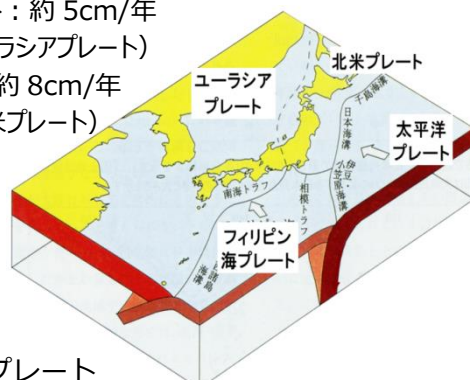
【現在の相対的なプレートの動き】

フィリピン海プレート：約 5cm/年

（対 ユーラシアプレート）

太平洋プレート：約 8cm/年

（対 北米プレート）



日本列島周辺のプレート

【出典】 地震調査研究推進本部地震調査委員会編、1997 に加筆

- ・ 地球表面の地殻とその下のマントルの比較的硬い部分をあわせてプレートと呼びます。地殻だけでも大陸で 30～35km、海底で 5～7km 程度の厚さです。処分場は地下数 100m の深さですからプレートの表面に近いところ。また、処分場の広さは数 km 四方であり、大陸の大きさに匹敵するプレートの広さに比べれば点のようなものです。
- ・ したがって、活断層や火山などを避ければ、プレートの中の微小な部分として、プレートと一体として動いていきます。

## ⑤ 埋め戻し後の不測の事態について

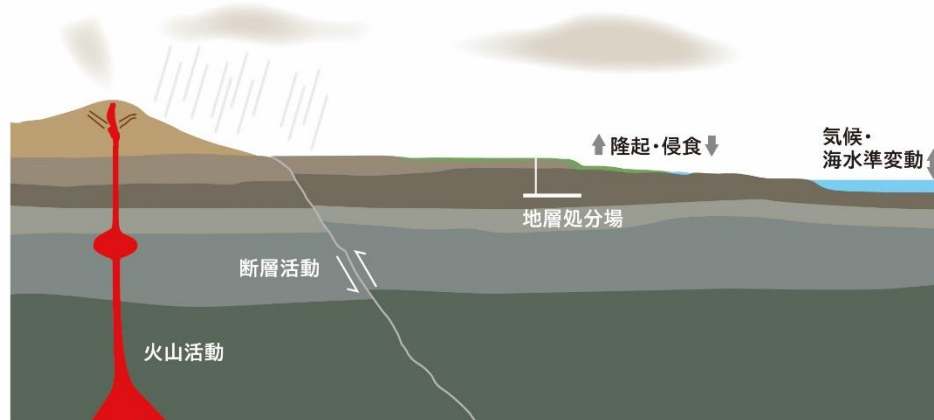
**Q** 万が一、埋めた後に不測の事態があった場合はどうするのですか。

**A** : 人為的管理に依らず安全を確保できる状態にすることが地層処分の目標です。処分場の隔離性を損なう可能性があるような事象については、段階的な調査の中で地下深部を詳細に把握し、それを踏まえて処分場所の選定や処分施設の配置などの設計を行うことで、その発生可能性を非常に小さくすることができます。その上で、遠い将来に不測の事態が生じた場合のことも考慮してシミュレーションを行い、長期にわたる安全性の評価を実施します。

処分地選定調査において地下環境を詳細に調査しますが、処分施設の建設着工後も、地下環境の状況を随時確かめます。もし、想定以上の地下水の湧水などの事象があれば、止水対策や処分施設の設計変更などを行います。あらゆる対策を施しても安全が確保できないと判断されれば、地下のガラス固化体を回収し、地上施設に戻します。

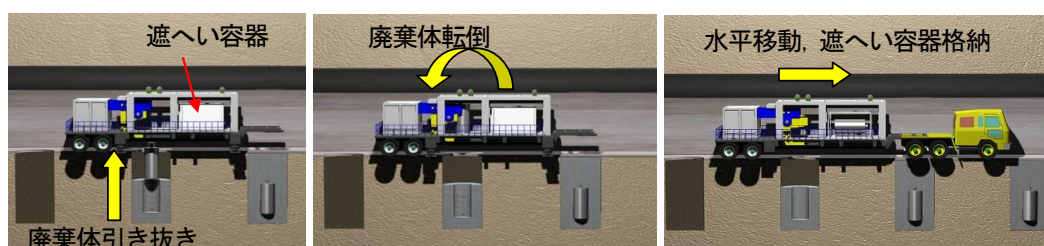
全て埋め戻した後も、一定期間は国の安全規制に従い、万が一のことに備えます。埋設後も、掘り返して対策を取ることは可能です。不具合による影響の度合いと回収の困難性などを総合的に考慮し、今後規制当局が検討予定の規制基準に従い、対策をとることとなります。

### 処分地選定調査により自然現象の影響範囲を回避



- ・文献調査段階から概要調査段階にかけては、広い範囲を調べて、火山や活断層などを避けます。
- ・現在の状況や、過去から現在までの活動の傾向を調べて将来を推測します。

### ガラス固化体の回収のイメージ (引き抜きから遮へい容器への格納までの手順)



(a) 廃棄体引き抜き → (b) 廃棄体の転倒 → (c) 遮へい容器への格納

## 4. 科学的特性マップ

### ① 地震の影響について

Q

地震調査研究推進本部が今後 30 年間に震度 6 以上の揺れに見舞われる確率などを示した地図を公表していますが、科学的特性マップにおいても、南海トラフなどの大地震によるリスクを考慮しなくても良いのでしょうか。

A:地震調査研究推進本部が 2018 年 6 月に公表した「全国地震動予測地図 2018 版」では、全国各地における地震の発生確率や揺れの程度を示しています。

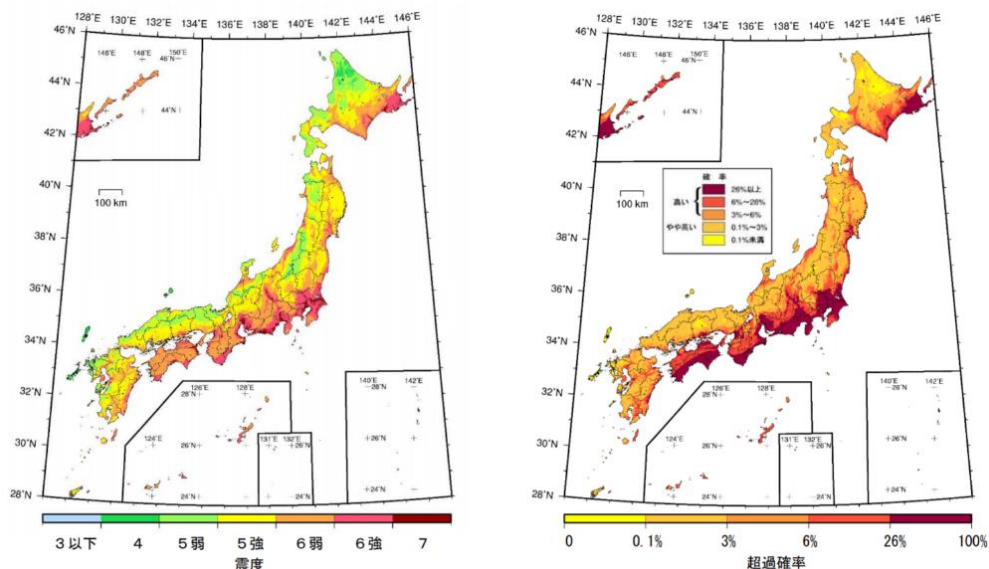
この地図からもわかる通り、日本では多少の差があるものの、地震の揺れから逃れられる地域はありません。そのため、処分場を設計していく上では、地震の影響も考慮します。

具体的には、廃棄体や処分施設が受ける地震の影響について、個別地点における詳細な処分地選定調査の中で、過去の地震の履歴などを綿密に調査・評価するとともに、起こりうる最大の地震動を想定し、工学的対策によって構造や機能の健全性が確保されるかどうか等を検討していくことになります。

また、廃棄体の埋設後の地震の揺れによる影響は、一般論として、地下での揺れが地表付近と比較して小さくなることや、廃棄体と岩盤と一緒に揺れることから、地下深部の処分施設に地上と同程度の大きな影響が及ぶことは考えにくいです。

以上のことから、科学的特性マップでは、全国一律の基準で「好ましくない特性があると推定される」地域として扱うべきようなものではないと整理しておりますが、個別地点における調査の中で評価を行い、対応を検討します。

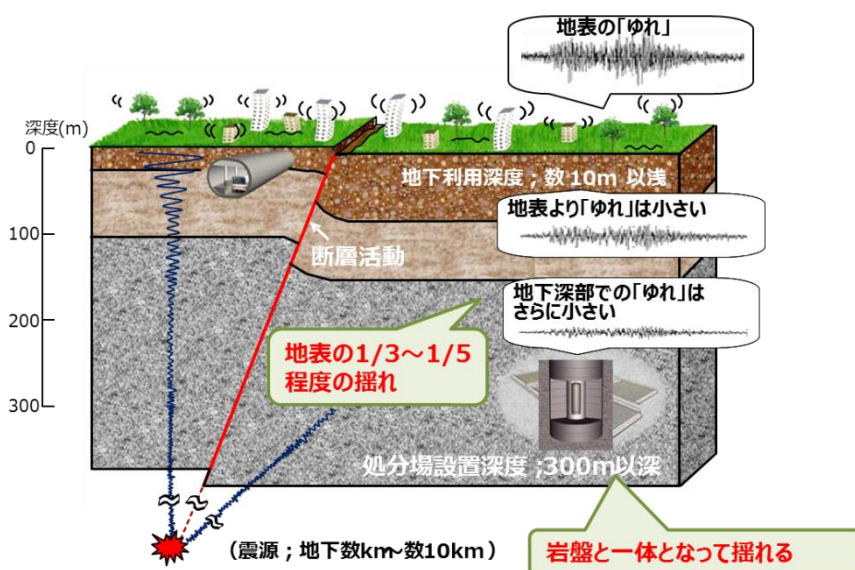
全国地震動予測地図 2018 版（確率論的地震動予測地図）  
（2018 年 6 月地震調査研究推進本部公表）



今後 30 年間にその値以上の揺れに見舞われる確率が 3 %となる深度/期間と確率を固定して震度を示した地図の例（左）、今後 30 年間に深度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率（期間と揺れの強さを固定して確率を示した地図の例（右）

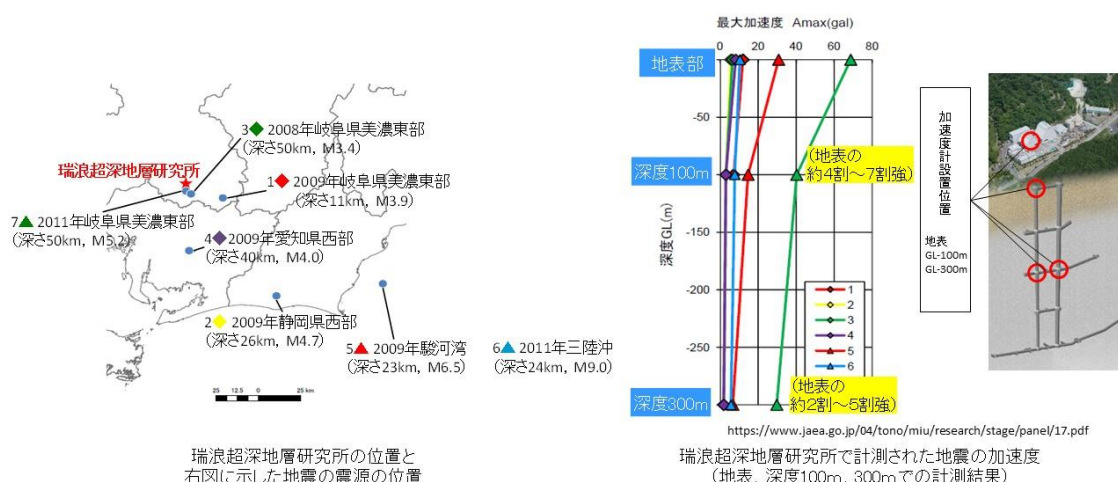
地震の影響について

- 地震時の地下深部の揺れは地表に比べて1/3～1/5程度に小さいことがわかっています。
- また、廃棄体と岩盤が一緒に揺れることから、地下深部の処分施設に地上と同程度の大きな影響が及ぶことは考えにくいです。
- 具体的な対象地点が決まれば、その地下環境を詳しく調べ、どのような影響が及ぶかを評価し、必要な設計上の対策を講じていきます。



## 地震の揺れの観測事例

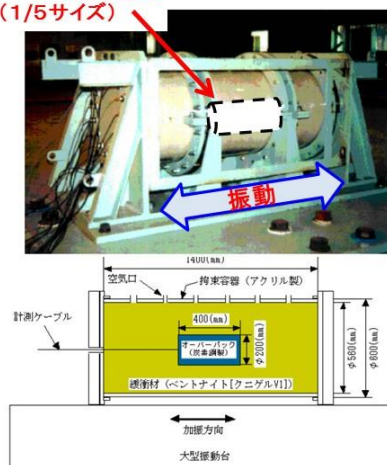
- 岐阜県にある瑞浪超深地層研究所には、地表、地下100m、地下300mの位置に、地震を観測するための加速度計が設置されています。
- 同研究所で2008年～2011年に観測された主な7つの地震において、地表よりも地下深部の方が小さい加速度を記録しました（地下300mで地表の約2割～5割強）。
- 似たような結果は、2016年の熊本地震においても見ることができます。最大加速度は、地下約200mでは地表の約2割の大きさでした。



## 地震により地下深部の廃棄体が揺れた場合を模擬した実験

- 地下に埋設された廃棄物は、地震が起きても岩盤と一緒に動き、岩盤から大きな力を受けません。
- こうしたことは、実験でオーバーバックに振動を加えると、容器や振動台の動きと人工バリアが一体で動くことから、確認できます。

オーバーバックの模型  
(1/5サイズ)



緩衝材で満たした容器にオーバーバックを入れ、過去に発生した地震を模擬した振動を加える実験に用いた装置(上:外観、下:断面図)

出典:第2次取りまとめ(JNC,1999)

## ② 沿岸部における影響について

Q

沿岸部でも、津波の影響を受けるところや地形的に険しいところ、人口密集地帯など、輸送に適さないところもあるのではないですか。逆に、20 kmを超えても輸送が可能なのもあるのではないですか。

A : 20 kmは一律に設定した目安です。もちろん、海岸線からの距離が短い範囲でも、港湾の確保や、輸送道路の確保などが難しいこともあり得ます。また、逆に、目安の20 kmを超えても、輸送上の制約が大きくない地域も存在する可能性があります。そのような点については、処分地選定調査を受け入れていただく個別地域毎に、事業者 (NUMO) が具体的に検討していきます。

津波の影響については：

～処分場閉鎖後は、坑道が完全に塞がれますので、地下の処分場には津波の影響は及ばないと考えられます。

～一方で閉鎖前までに設置、使用する施設（特に地上施設）は、個別地域の状況に応じて、原子力関連施設と同様の津波対策が必要です。具体的には、必要に応じて、標高の高いところに地上施設を設置するなど工学的対策をとることなどが検討されます。

～なお、船舶で輸送中の場合や接岸中の場合は、沖合いまで避難する、港湾が被災する可能性がある場合は、あらかじめ防波堤などの工学的対策を施す、といった対策を事業者が検討します。

○東日本大震災（2011.3）の際、岩手県久慈国家石油備蓄基地の被災状況と緊急措置の例

地上施設は被災したものの、地下岩盤タンクや地下設備に続くサービストンネル（防潮扉を閉止）は被害がありませんでした。



〔出典〕 土木学会岩盤力学委員会 HP

### ③ 海域での処分について

**Q** 科学的特性マップでは一部の海域が色塗りされていますが、海域で処分する可能性があるのでしょうか。沿岸部で処分場を作る場合に海域の火山や断層は考慮しなくて良いのでしょうか。

**A** : 科学的特性マップでは、基本的には陸域を対象として作成しています。ただし、火山や活断層などの影響範囲が陸域から連続して海域にも及ぶ場合は、海域も色塗りの対象としています。

なお、放射性廃棄物の海への投棄や、海洋底処分についてはロンドン条約により禁止されていますが、陸域から海底に向かってアクセス斜坑を延ばし地下施設を作ることで、沿岸海底も処分地として選択肢の一つとなり得る可能性もあります。沿岸部は概して地形の起伏が小さいこと、海底下では水面勾配がないことから、地下水の流れが極めて小さいといった長所があるため、沿岸海底での処分も視野に入れています。

海域を含めた沿岸部において地層処分を実現するために必要な技術は概ね整備されていますが、塩水環境下における各種データの拡充といった技術の高度化と信頼性の向上を進めるとともに、実際に処分地を選定する際には、マップに掲載されていない火山・断層の影響も含めて綿密に調査する必要があります。

#### 沿岸部の特性や技術対応可能性

##### 【沿岸部に期待される主な特性】

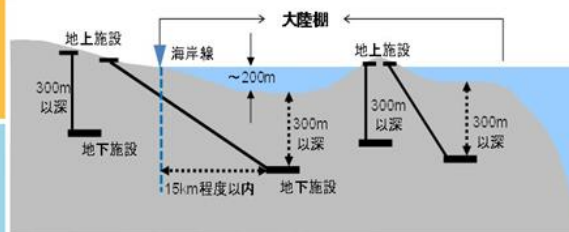
- 地下水の流れが極めて小さく、流動性が長期間にわたって低い場所を見出せる可能性。
- 隆起速度の小さい地域が比較的多い。

##### 【沿岸部の考慮すべき事項】

- 海水準変動<sup>(注1)</sup>や塩水(塩淡水境界<sup>(注2)</sup>)の影響
- 侵食の影響
- 建設・作業時の安全性(津波・湧水など)

(注1) 約10万年周期で変化する海面の高さの変化のこと

(注2) 塩水と淡水の密度差や濃度差によって形成された境界



- 沿岸部で地層処分を行う場合に必要となる基本的な技術は概ね整備されており、段階的な処分地選定調査・工学的対策・安全評価を適切に行うことにより、沿岸部で安全に地層処分を行うことは技術的に可能と考えられる。
- ただし、今後も技術の高度化とデータ等の拡充に引き続き取り組むことにより、更に信頼性を高めることが重要。

#### ④ 岩種・地層の要件・基準化について

**Q** 科学的特性マップで、岩種・地層についても要件・基準化すべきではないでしょうか。

**A** : 地層処分では、数万年以上の長期にわたり、人間とその生活環境に影響を及ぼさないよう、高レベル放射性廃棄物を安全に隔離し、閉じ込める必要があります。

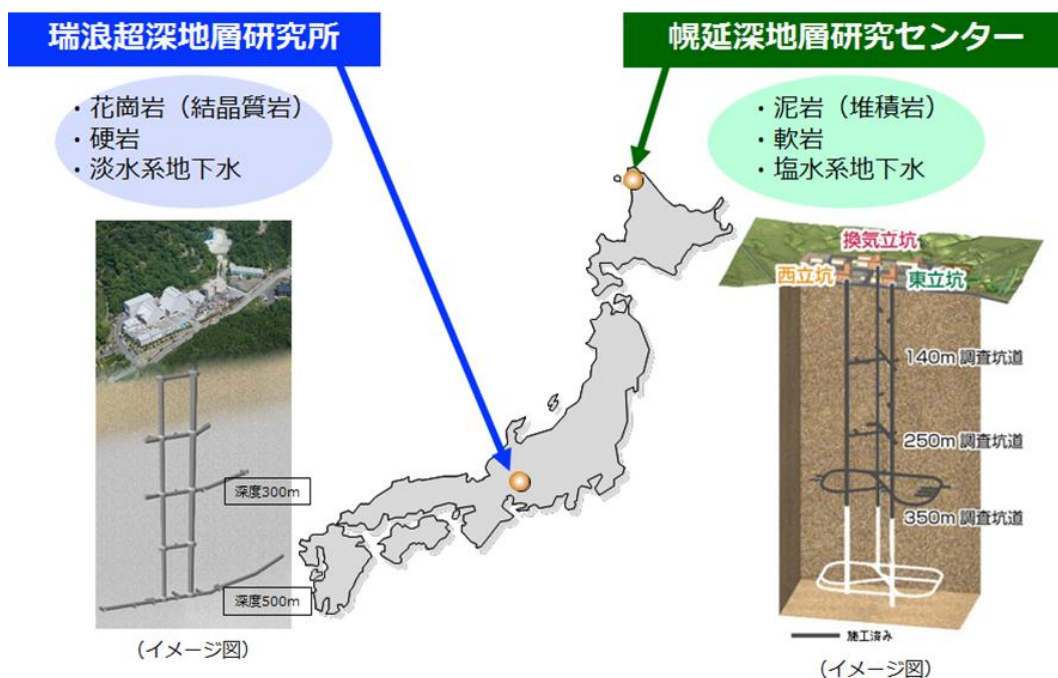
そのためには、埋設箇所の地質環境が、例えば酸素が少なく地下水の流れが緩慢といったように、放射性物質を閉じ込める働きや、人工バリアが性能を発揮する上で好ましい特性を持つ必要があります。

また、それらの好ましい地質環境特性については、長期的な安定性も必要です。こうした条件を満足していれば、基本的に岩石の種類によらず安全な地層処分は可能だと過去の研究成果から考えられています。

日本の地下深部は、花崗岩と堆積岩が大きな割合を占めています。これらの性質を比較すると、花崗岩は比較的硬く、地下水は岩石中の割れ目の中を流れます。一方、堆積岩は比較的軟らかく、地下水は岩石中の鉱物粒子の隙間を流れるという特徴があります。

安全な地層処分が可能かどうかは、個別地点ごとに処分地選定調査の中で評価することとなります。岩石の種類だけで優劣をつけることはできません。

#### 地層処分技術に関する国内の深地層研究施設



## ⑤ 社会的側面の考慮について

Q

科学的特性マップだけで処分地の選定が進むのでしょうか。社会的側面も考慮すべきではないでしょうか。

A : 地球科学的・技術的な観点から処分地の選定を進め、安全確保を最優先することは当然ですが、処分に適した場所は国内に広く存在していると考えられ、科学的な「最適地」というものが存在するわけではありません。社会的側面も勘案し、地域の理解を得て、総合的に判断していくことが重要と考えます。

諸外国でも、地域の土地利用の現状や見通し、地域社会に与える影響、地域の方々の受け止め方など、さまざまな社会的側面を勘案し、総合的に判断していくこととしています。

国の審議会※では、①地域における対話の中で早い段階から社会的側面を含めた議論を行うこと、②必要な土地や輸送に必要なインフラの利用の見通しを得ること、③地域経済や日々の生活環境に与える影響を住民に伝えること、などが重要との提言をいただきました。NUMOとして、さまざまな関心に応え、方針や考え方を具体的にお示しするなど、地域の皆さまや自治体との相互理解を深めていきます。

※ 2016 年 10 月 第 29 回放射線廃棄物ワーキング・グループ

なお、フィンランド・スウェーデンでは、NUMOに相当する事業主体が、地域の社会経済面に与える影響を調査したり、社会的側面に関する学術的な研究を支援したりしながら、地域の合意形成に貢献してきました。NUMOとしても、そうした調査・研究を行っていきます。

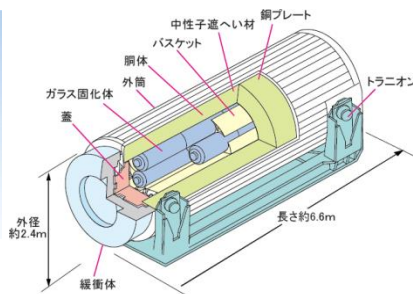
<社会的側面の例（インフラ整備、土地確保）>

- ・地層処分事業の実現には、①廃棄体輸送のインフラ整備（道路・港）や、②処分場建設に土地の確保が必要です。
- ・ガラス固化体を陸上輸送する車両は、合計で約 150t になるような超重量物ですので、通常の一般道路では運べません。セキュリティ上の対応なども考えると、港湾から処分施設まで、専用道路を敷設することが基本と考えています。
- ・海上輸送後の荷揚げのための港も必要です。既存の港を利用するのみならず、新しい港を建設する可能性も想定しています。地域の実情に応じて具体化していきます。

専用輸送船



ガラス固化体の輸送容器



〔出典〕日本原子力文化財団：  
原子力・エネルギー図面集（8-3-2）

専用輸送車両



合計約 150 t  
ガラス固化体：約 0.5 t × 28 本  
容器：約 100 t、車両：約 34 t

## 5. その他

### ① 先行する北欧の地層処分事業について

**Q** なぜ、フィンランドやスウェーデンは事業が進んでいるのでしょうか。

**A** : 地層処分事業を進める各国とも 1970 年代頃から、長年にわたって研究開発や処分地選定などを行っていますが、必ずしも順調に進んでいるわけではありません。

こうした中、フィンランド、スウェーデンが先行しているのは、処分事業の実施主体が、地層処分に適した環境であるか、工学的に対応可能であるかなどについて、綿密な調査を段階的に実施してきたことはもちろんのこと、地層処分の安全性について信頼を高めていただけるよう、実施主体が国民や自治体にさまざまな検討材料の提供や、住民同士が情報共有や意見交換を行っていただける場を積極的に設けるなど、長い時間をかけて丁寧な対話活動に取り組まれてきたことが挙げられます。

こうした取組に学び、まずは地層処分について関心や理解を深めていただけるよう、全国的な対話活動を丁寧に実施していきます。

#### 各国における対話活動の知見の共有

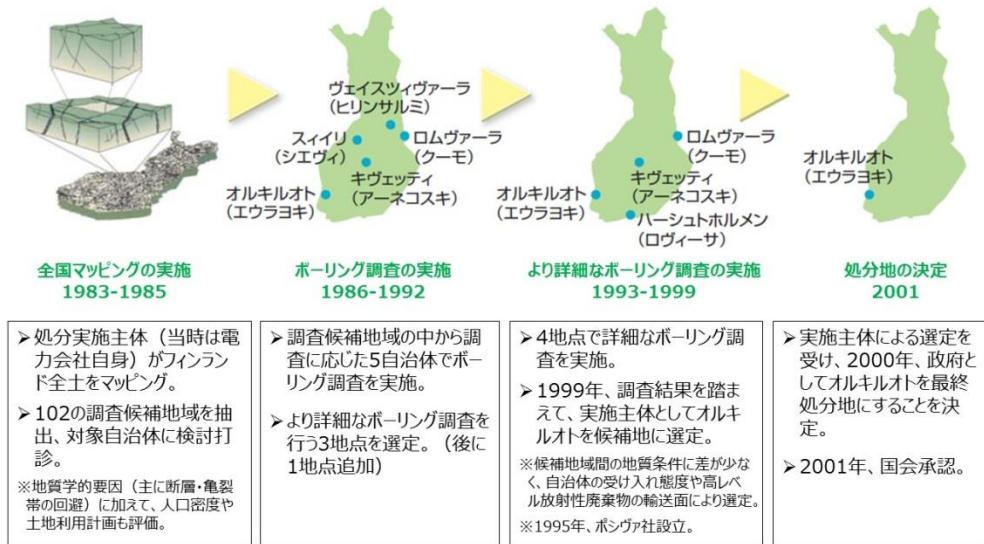
- 各国の対話活動における知見や経験を学ぶためのシンポジウムなどを開催
- OECD/NEA 国際ワークショップ
  - ・平成 30 年 11 月 28 日（東京）
  - ・スウェーデン、フランス、ベルギー、スイス、英国、米国、カナダ、韓国、日本の政府や実施主体が参加した国際ワークショップを開催（OECD/NEA と資源エネルギー庁主催）、各国の対話活動の知見・経験を共有



#### 各国からの主なメッセージ

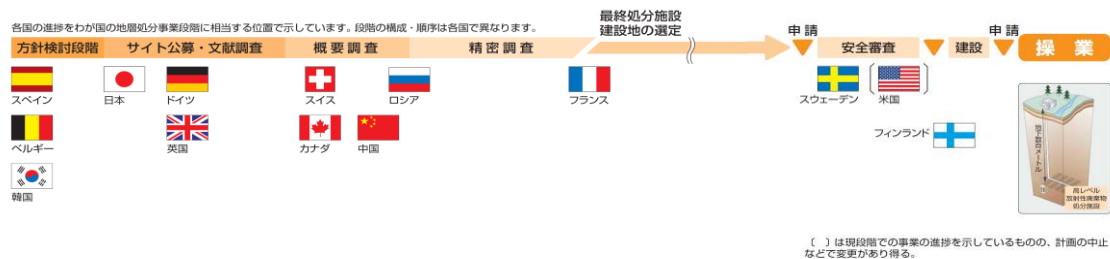
- ① 日本と同様、世界各国は地層処分に関する国民の信頼獲得に向けて、様々なアプローチで取り組んでいるが、その本質は共通。
- ② 開かれた、透明性のある対話を通じて、地域のステークホルダーの声に耳を傾け、粘り強く信頼を構築していくことが重要。
- ③ 地下研究所は、データを収集し、安全性を検証し、信頼を構築していく上で効果的なプラットフォームであり、国際的活用も有益。
- ④ この分野における国際連携はきわめて重要であり、各国の経験から常に学び続けることが重要。

## フィンランドの事例



## 海外における高レベル放射性廃棄物の地層処分事業の進捗状況

各国の進捗をわが国の地層処分事業段階に相当する位置で示しています。段階の構成・順序は各国で異なります。



〔出典〕 諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について（2019年版）（資源エネルギー庁発行）より作成

# 諸外国の比較

(2018 年 12 月末時点)

| 国名     | 処分サイト                                                           | 処分廃棄物                                                                                                                                                           | 研究開発                                                                                                                |
|--------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | 処分地の選定状況<br>候補岩種／処分深度(計画)                                       | 対象廃棄物処分量                                                                                                                                                        | 処分実施主体<br>事業計画など                                                                                                    |
| スウェーデン | エストハンマル自治体<br>フォルスマルク<br>(建設許可申請書を提出)<br>○岩種：結晶質岩<br>○深度：約 500m | ○使用済燃料：12,000t(ウラン換算)                                                                                                                                           | スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社 (SKB)<br>〔電力会社 4 社の共同出資会社〕<br>○2011 年 3 月：立地・建設許可申請<br>○処分開始予定：2029 年頃                            |
| フィンランド | エウロキ自治体<br>オルキオト<br>○岩種：結晶質岩<br>○深度：約 400～450m                  | ○使用済燃料：6,500t(ウラン換算)                                                                                                                                            | ボシヴァ社<br>〔原子力発電会社 2 社の共同出資会社〕<br>○2001 年：最終処分地の決定<br>○2016 年 12 月：処分場建設開始<br>○処分開始予定：2020 年代                        |
| フランス   | 候補サイトを特定<br>(ビュール地下研究所の近傍)<br>○岩種：粘土層<br>○深度：約 500m             | (併置処分想定)<br>○高レベル・ガラス固化体：12,000m <sup>3</sup><br>○TRU 廃棄物等：72,000m <sup>3</sup><br>※全量再処理を前提とした 2018 年の見積(処分容器を含まない量)                                           | 放射性廃棄物管理機関 (ANDRA)<br>〔商工業的性格を有する公社〕<br>○2010 年：地下施設展開区域 (ZIRA、約 30km <sup>2</sup> ) の決定<br>○処分開始予定：2030 年頃         |
| ドイツ    | サイトは未定<br>○岩種：未定<br>○深度：300m 以上                                 | (併置処分想定)<br>○高レベル・ガラス固化体と使用済燃料<br>○固形物収納体 (CSD-C) 等<br>処分量合計：27,000m <sup>3</sup><br>(2022 年までに全ての原子炉を閉鎖する場合)<br>※体積値は、廃棄物容器を含む量                                | 連邦放射性廃棄物機関 (BGE)<br>〔連邦政府が 100%所有する私法上の組織〕<br>○2031 年：処分場サイトの決定<br>○処分開始予定：2050 年代以降                                |
| スイス    | 3カ所の地質学的候補エリアを<br>連邦政府が承認<br>○岩種：オバリナス粘土<br>○深度：約 400～900m      | (併置処分想定)<br>○高レベル・ガラス固化体と使用済燃料：9,402m <sup>3</sup><br>○TRU 廃棄物等：1,072m <sup>3</sup><br>※体積の値は、処分容器を含む量                                                          | 放射性廃棄物管理共同組合 (NAGRA)<br>〔連邦政府と原子力発電事業者が出資する共同組合〕<br>○2008 年～：特別計画に基づくサイト選定の開始<br>○処分開始予定：2060 年頃                    |
| 英国     | サイトは未定<br>○岩種：未定<br>○深度：200～1,000m 程度                           | (併置処分想定)<br>○高レベル・ガラス固化体：9,860m <sup>3</sup><br>○中レベル放射性廃棄物：461,000m <sup>3</sup><br>○低レベル放射性廃棄物：11,400m <sup>3</sup><br>※上記以外に、一部の使用済燃料を再処理せずに直接処分することも検討している。 | 実施主体：原子力廃止措置機関 (NDA)<br>放射性廃棄物管理会社 (RWM 社)<br>〔政府外公共機関〕<br>○2018 年 12 月：サイト選定プロセス開始<br>○処分開始予定：2040 年頃              |
| カナダ    | サイトは未定<br>○岩種：結晶質岩または堆積岩<br>○深度：500～1,000m                      | ○CANDU 炉使用済燃料<br>処分量：未定<br>使用済燃料集合体数：<br>約 277 万本 (2017 年 6 月時点)<br>55,000t 相当 (重金属換算)                                                                          | 核燃料廃棄物管理機関 (NWMO)<br>〔原子力発電事業者の共同出資による非営利法人〕<br>○2010 年：サイト選定開始<br>○処分開始予定：2040 年～2045 年頃                           |
| 米国     | ネバダ州<br>ユッカマウンテン<br>○岩種：凝灰岩<br>○深度：200m～500m                    | ○使用済燃料 (商業用が主)<br>○高レベル・ガラス固化体 (国防用が主)<br>処分量合計：70,000t<br>(処分容器を含まない上記の重金属換算による重量)                                                                             | 実施主体：検討中<br>○2013 年：エネルギー省 (DOE) の管理・処分戦略<br>○処分開始予定：2048 年                                                         |
| スペイン   | サイトは未定<br>(最終管理方針は未決定)<br>○岩種：未定<br>○深度：未定                      | (併置処分想定)<br>○使用済燃料、高レベル・ガラス固化体<br>○長寿命中レベル放射性廃棄物<br>処分量合計：12,800m <sup>3</sup>                                                                                  | 放射性廃棄物管理公社 (ENRESA)<br>〔政府出資による公社〕<br>○1998 年：サイト選定プロセスの中断<br>○処分開始予定：2050 年以降                                      |
| ベルギー   | サイトは未定<br>○岩種：粘土層<br>○深度：未定                                     | (併置処分想定)<br>○高レベル・ガラス固化体と使用済燃料 (カテゴリー C)<br>○TRU 廃棄物等 (カテゴリー B)<br>処分量：11,700m <sup>3</sup> (再処理ケース)                                                            | ベルギー放射性廃棄物・濃縮核分裂性物質管理機関 (ONDRAF/NIRAS)<br>〔連邦政府監督下の公的機関〕<br>○処分開始予定：カテゴリー B は 2035 年から 2040 年、カテゴリー C は 2080 年に処分開始 |
| 中国     | サイトは未定<br>○岩種：未定<br>○深度：未定                                      | ○高レベル・ガラス固化体 (PWR)<br>○CANDU 炉使用済燃料<br>処分量：未定                                                                                                                   | 中国核工業集团公司 (CNNC)<br>〔国営企業体〕<br>○1986 年：サイト選定開始<br>○処分開始予定：2041 年～今世紀半ば                                              |
| 韓国     | サイトは未定<br>(最終管理方針は未決定)                                          | 使用済燃料の管理政策を検討中                                                                                                                                                  | 韓国原子力環境公団 (KORAD)<br>〔韓国産業通商資源部 (日本の省に相当) 監督下の公団〕<br>○処分開始予定：未定                                                     |
| 日本     | サイトは未定<br>(2002 年末公募開始)<br>○岩種：未定<br>○深度：300m 以上                | ○高レベル・ガラス固化体 (第一種)<br>処分量：4 万本以上<br>○TRU 廃棄物 (第二種)<br>処分量：19,000m <sup>3</sup> 以上                                                                               | 原子力発電環境整備機構 (NUMO)<br>○平成 14 年 12 月：「最終処分場施設の設置可能性を調査する区域」の公募開始<br>○処分開始予定：平成 40 年代後半を目途                            |

〔出典〕 諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について (2019 年版) (資源エネルギー庁発行) を引用

## ② 風評被害について

**Q** 風評被害が広がらないような対策が必要ではないでしょうか。

**A** : 地層処分を適切に行えば、本来、放射性物質により地域の自然環境や農水産品等が汚染されることはありません。また、廃棄体は起爆性もないものですから、施設の周辺の方々が緊急避難しなければならないような事態も想定されません。

風評被害を防ぐためには、事業を受け入れていただく地域というよりも、むしろ他の地域の方々（消費者や観光客の皆さま）にこうした正確な情報が伝わることが重要です。大都市等を含めて、一人でも多くの方に地層処分の仕組みや安全確保策について理解を深めていただくよう、わかりやすい情報提供と全国的な対話活動を進めてまいります。

将来的には、受け入れていただける地域のニーズを踏まえて、例えば地域の農産品や観光資源を消費者にPRする取り組みや、他地域の人との交流を拡げてそうした地域資源に触れていただく機会を増やすなど、風評被害等のマイナス影響を予防する取組も検討していきたいと考えます。

なお、既に処分場所が決まったフィンランドやスウェーデンにおいては、自治体と実施主体等との対話活動を通じて、観光業や農業への風評被害や住宅価格低下の可能性等についても調査分析が実施されましたが、マイナスの影響は確認されませんでした。また、スウェーデンの受入自治体の市長からは、ゴミ捨て場ではなく、ハイテク技術が集まる工業地帯になるとの前向きなイメージを市民と共有できたことが、地元受け入れの判断につながったと伺っています。

#### <フィンランドの社会経済影響調査について>

- ・事業主体であるポシヴァ社は、1999年に作成した環境影響評価報告書において、当時候補になっていた4つの自治体について、処分場立地が社会経済面に及ぼす影響の評価を行いました。
- ・その結果、どの自治体においても、農業・観光業・不動産価値に対して、特にマイナスの影響が出ることはないと評価され、むしろ雇用創出や人口増加などの経済効果が生じると見込まれました。

処分場立地による社会経済面への影響に関する評価項目

| 地域構造への影響評価項目                                                                                                                                                             | 生活状況・全般的な幸福への影響評価項目                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・事業活動(雇用を含む)</li> <li>・農業</li> <li>・観光業</li> <li>・人口規模と構造</li> <li>・その他の地域構造及び社会基盤</li> <li>・不動産価値</li> <li>・自治体への経済効果</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・処分場に対する住民の考え</li> <li>・社会科学的考察</li> </ul> |

〔出典〕 諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について（2019年版）（資源エネルギー庁発行）を引用

#### <NUMOとして実施する社会経済影響調査について>

- ・国の基本方針において、NUMOは、「最終処分事業が地域の経済社会に及ぼす影響について、関係住民の関心を踏まえつつ、調査を行うものとする」こととしています。
- ・各段階の調査では、地域の安全を第一に、安全確保に関する技術的な事項からしっかりと検討を行うとともに、地域との共生などの社会的な事項からも検討を行い、総合的にご判断いただけるように進めてまいります。

### ③ 過去の応募について

Q

過去に文献調査に手を挙げた自治体では町を二分する論争が起こり、応募が取り下げられましたが、二度と手を挙げる自治体は出てこないのではないですか。

A: これまでに、唯一 2007 年に高知県東洋町から応募がありましたが、処分事業について、その安全性も含めてどういうものなのか、住民や周辺地域に対し、国やNUMOから十分な情報提供や意見交換ができませんでした。結果として安心と信頼を得ることがないままに応募手続きが先行したものであったため、町を二分する論争となり、最終的に応募が取り下げられました。また受け入れ反対の動きは、東洋町だけでなく、広く県内及び隣県の自治体まで広がりました。

こうした経緯から、この問題を社会全体の問題として考えて頂き、受入地域に対する敬意や感謝の念を持つことが必要であるとの認識が広く共有されるよう、まずは広く全国の皆さまに地層処分に対する関心や理解を深めて頂くことを目指し、全国できめ細やかな対話活動に取り組むこととしました。また、関心を持って頂いた地域の方々には、国・NUMOが地域とコミュニケーションを重ね、専門家派遣による勉強会や地下研究施設の見学会の開催など、地層処分事業について深く知っていただく機会を提供することなどを通じて、地域における受け入れの判断に必要な情報を提供していく考えです。

#### 高知県東洋町の経緯

<主な経緯>

2007年1月25日 高知県東洋町が全国初の応募

##### 【東洋町】

住民：反対署名、町議会へ応募反対請願、持込禁止条例の直接請求、「町長リコールの会」を立上げ  
推進団体「東洋町の明日を考える会」発足  
議会：持込禁止条例（→町長の再議により否決）  
2回にわたる町長の辞職勧告決議（いずれも5対4で可決）

##### 【高知県】

知事：札幌らをばらまくような原子力政策はやめるべき  
県議会、17市町村：反対決議等を可決

##### 【徳島県】

知事：隣接県域の知事や住民の意見を聞くべき  
県議会、4市町：反対決議等を可決



4月 5日 民意を問うために町長が辞職し、出直し選挙への出馬を表明  
4月22日 出直し町長選挙において、反対立場候補が当選  
4月23日 東洋町が応募取下げ

#### ④ 対話活動について

Q

青森県とは最終処分地にしない約束があり、また、沖縄県のように原子力発電による電気が供給されていない地域もありますが、そうした地域でも説明会は開催されるのですか。

A：高知県東洋町の経験から、広く全国の皆さまに最終処分の問題を社会全体の問題として考えて頂き、受入地域に対する敬意や感謝の念を持つことが必要であるとの認識が共有されることが重要です。そのため、当該地域が処分地選定調査や処分場を受け入れる、受け入れないに関わらず、まずは地層処分に対する関心や理解を深めて頂くという観点から、全国各地できめ細やかな対話活動に取り組んでいく方針です。

また、将来的にいずれかの地域において処分場の受け入れが実現した際に、風評被害を防ぐためにも、一人でも多くの方に地層処分の仕組み等について理解を深めていただき、正確な情報が伝わることが重要と考え、処分場等を受け入れる、受け入れないに関わらず、全国的な対話活動を進めてまいります。

なお、現在、海外での再処理に伴い生じたガラス固化体は、青森県六ヶ所村の高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターにおいて、30～50年間を管理期間とした上で、管理されているところです。最終処分の実現に向けて、まずは広く国民理解を深めていくことが重要であり、性急にことを進めるのではなく、地道な対話活動を積み重ねていくことが結果的には最終処分の実現へとつながるものと考えます。

#### 青森県との約束・協定

##### 高レベル放射性廃棄物の最終処分について (青森県知事からの照会に対する経済産業大臣からの回答(平成20年4月)－抜粋－)

1. 平成6年11月19日付け6原第148号及び平成7年4月25日付け7原第53号で科学技術庁長官から貴職に示した文書については、青森県と国との約束として、現在においても引き継がれております。
2. 青森県を高レベル放射性廃棄物の最終処分地にしないことを改めて確約します。
3. 青森県を高レベル放射性廃棄物の最終処分地にしない旨の確約は、今後とも引き継がれていくものであります。
4. 高レベル放射性廃棄物の最終処分地については、国民の理解を得て、早期選定が図られるよう、国が前面に立ち政府一体として不退転の決意で取り組む所存です。

経済産業大臣 甘利 明

##### 世耕経済産業大臣閣議後会見 (平成29年7月28日－科学的特性マップ提示後の会見抜粋－)

青森県とは最終処分地にしないという約束があるわけでありますから、この約束は引き続き遵守をしていくということを前提に対応していきたいと思っております。

##### 六ヶ所高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター周辺地域の安全確保及び環境保全に関する協定書 (平成6年12月、平成18年3月一部変更)－抜粋－

第3条 ガラス固化体の一時貯蔵管理の期間は、それぞれのガラス固化体について、貯蔵管理センターに受け入れた日から30年間から50年間とし、日本原燃(株)は、管理期間終了時点で、それぞれのガラス固化体を電力会社に搬出させるものとする。

青森県知事 三村 申吾  
六ヶ所村長 古川 健治  
日本原燃株式会社 代表取締役社長 児島 伊佐美  
(立会人)電気事業連合会 会長 勝俣 恒久