

2025.11.02

# 宮城教育大学とシニアとの対話会

2025年11月11日（火）

テーマ

「原子力発電の基礎と原子燃料サイクルについて」

SNW連絡会（シニアネットワーク連絡会）本田 一明

# 本日のお話

項目	頁
日本の原子力利用の始まり	p3
電気を作るしくみ	p6
火力発電と原子力発電の違い	p7
原子力発電のしくみ	p8
原子力発電と原子爆弾の違い	p10
原子燃料サイクル	p11
原子燃料サイクル施設の位置	p13
原子燃料サイクル施設の概要	p14
高レベル放射性廃棄物の地層処分の仕組み	p18
高レベル放射性廃棄物の地層処分の概念図	p19
地層処分事業の概要	p20
日本における「文献調査」の動向	p21
地域における「対話の場」の役割	p22
最終処分の実現は原子力利用国のが共通課題	p24

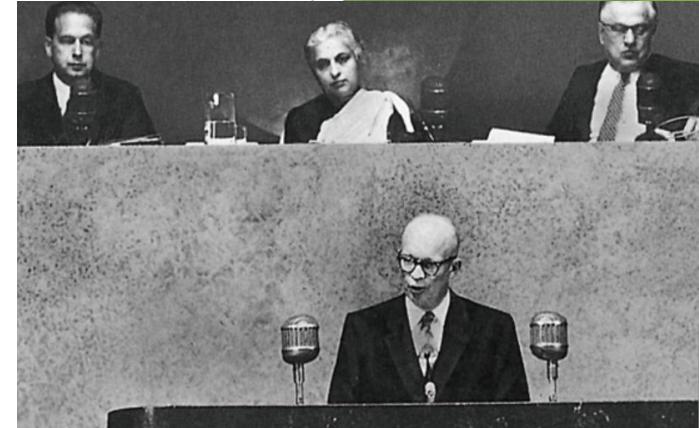
# 日本の原子力利用の始まり(1/3)

日本の原子力利用の始まりは、戦後の科学技術復興とエネルギー確保の必要性の中で進められました。

## 1. 戦後直後：占領下での原子力研究禁止(1945～1952年)

第二次世界大戦後、日本はGHQ(連合国軍総司令部)により原子力研究が禁止されました。

その間、原子核物理や放射線医学の分野に限って基礎研究が細々と続きます。



国連総会で演説をするアイゼンハワー大統領

## 2. 原子力研究再開と「原子力基本法」制定(1952～1955年)

1952年の独立回復後、再び原子力研究の道が開かれます。

- ・1953年：アイゼンハワー米大統領が「Atoms for Peace(平和のための原子力)」演説
- ・1955年：原子力基本法制定

「自主・民主・公開」の原則を掲げ、原子力の平和利用を明確化  
同年、日本原子力研究所が設立されました。

1950年代から1960年代は、世界各国で「原子力の平和利用」が始められた期間といえます。

原子力基本法の原案の大半は、後に首相となる中曾根康弘氏が委員長を勤めていた衆院両院合同委員会で決定されました。

# 日本の原子力利用の始まり(2/3)

## 3. 初の原子炉導入と国産化の始まり(1950年代後半～1960年代)

・1957年：日本初の原子炉 JRR-1(研究用)が臨界

- 茨城県東海村、アメリカ製プール型炉

→これが日本の原子力利用の実質的スタート

・1963年：東海発電所建設開始(英国型ガス冷却炉=GCR)

・1966年：東海発電所が発電開始

→日本初の商業用原子力発電所

その後、アメリカ型軽水炉(PWR・BWR)が主流に。

当時の先端技術であった原子力発電所を、民間企業のみで開設することは難しかったことから、国も協力して「日本原子力発電株式会社（日本原電）」が設立されました。

## 4. 技術自立と拡大期(1970年代～1980年代)電力会社各社が軽水炉を導入国産技術の比率拡大(原子炉建設メーカーの育成)1974年：動燃事業団設立、高速増殖炉・核燃料サイクル研究開始

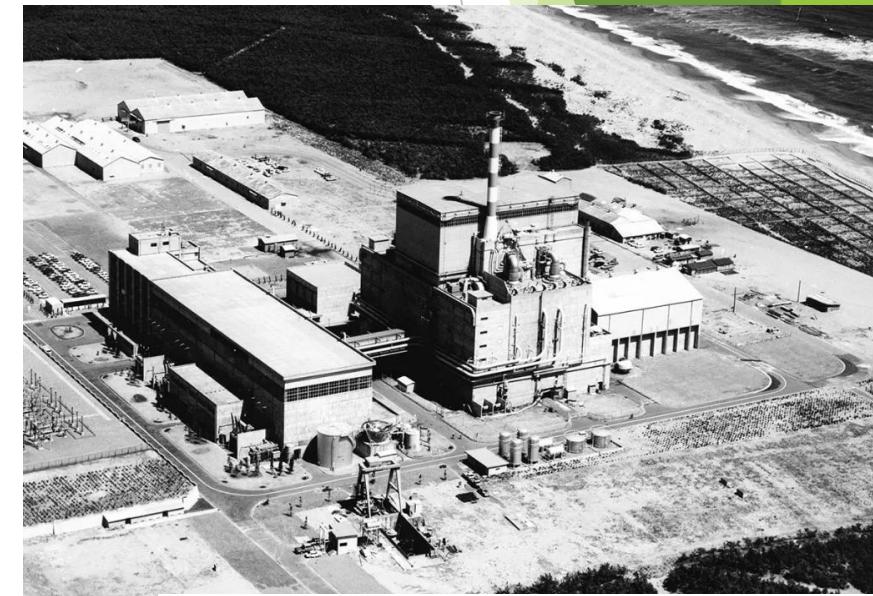
### (参考情報)

中曾根康弘氏の登場(1950年代前半)

●「原子力の父」と呼ばれた政治家

1954年、中曾根康弘は若手代議士(当時36歳)として、  
原子力予算2億3500万円を計上する法案を議会に提出し通過させました。

これは「原子力予算」としては日本初です。954年度予算に原子力研究費を盛り込んだことは、日本の原子力開発の出発点とされます。



日本初の商用原子炉。日本原電の東海1号炉。1966年稼働。(現在は解体作業中)

# 日本の原子力利用の始まり(3/3)

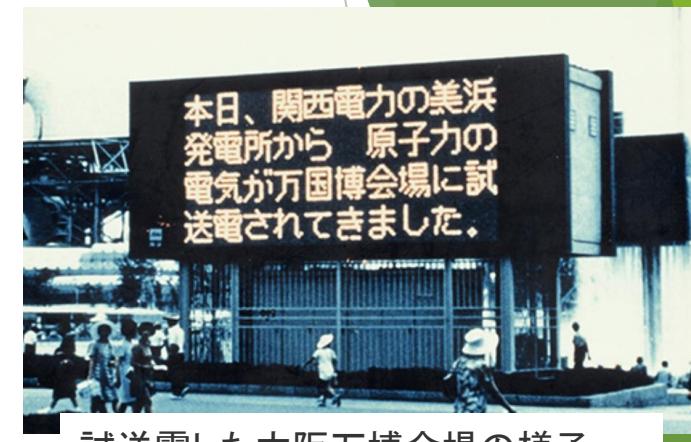
その後、世界では、現在の主流である「軽水炉」の建設が盛んになります。「軽水炉」とは、中性子を、私たちがふだん目にする普通の水（「軽水」）によって減速する方式です。日本では1970年に、2基が運転を開始しました。

ひとつは、福井県にある日本原電の敦賀発電所に誕生した「敦賀発電所1号機」で、これが日本で初めての「**沸騰水型軽水炉(BWR)**」です。

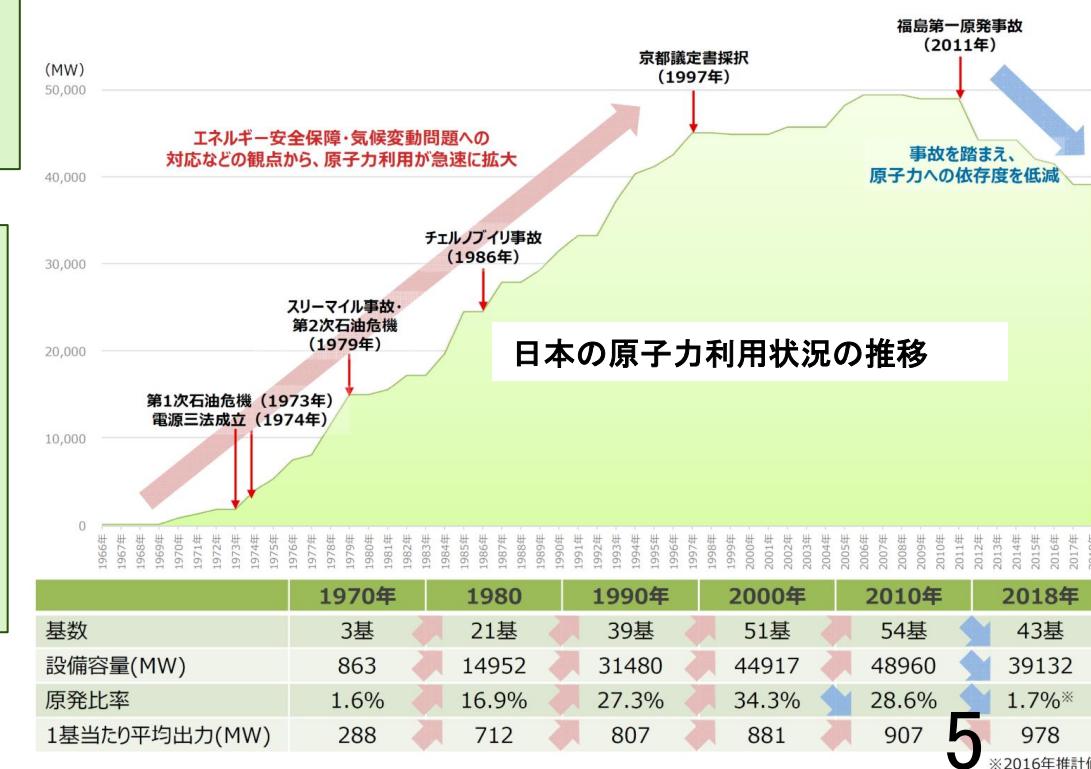
また、同じく福井県にある関西電力の美浜発電所では、「美浜発電所1号機」が「**加圧水型軽水炉(PWR)**」として運転を開始しました。

1970年は、大阪で日本万国博覧会が開催された年でもあり、高度成長期の真っ只中にあった日本では、未来を担うさまざまな先端技術への期待が高まっていました。こうした世の中の流れの中で、「原子力は発電に利用することができるエネルギーである」という認識が、日本にも広まっていきました。

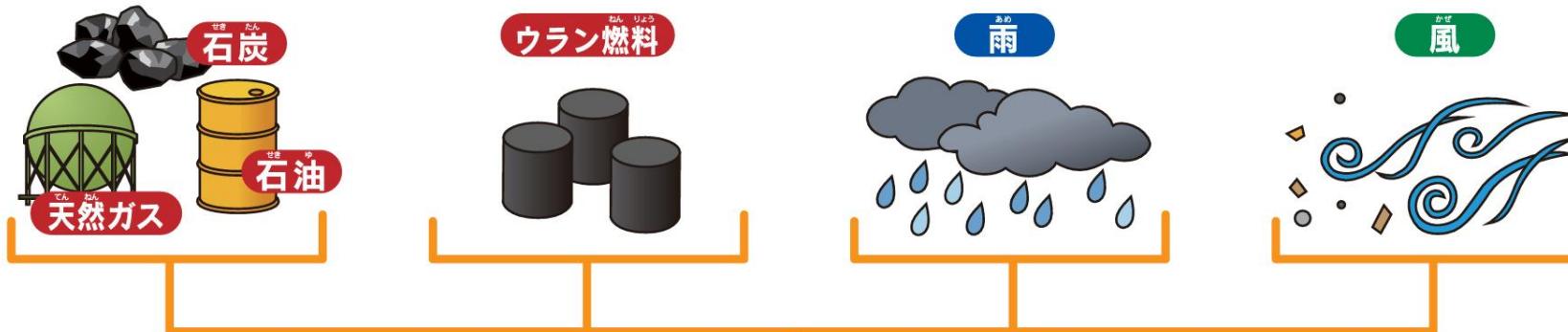
出所:エネ庁HP [日本における原子力の平和利用のこれまでとこれから | 原発 | エネこれ | 資源エネルギー庁](#)



試送電した大阪万博会場の様子

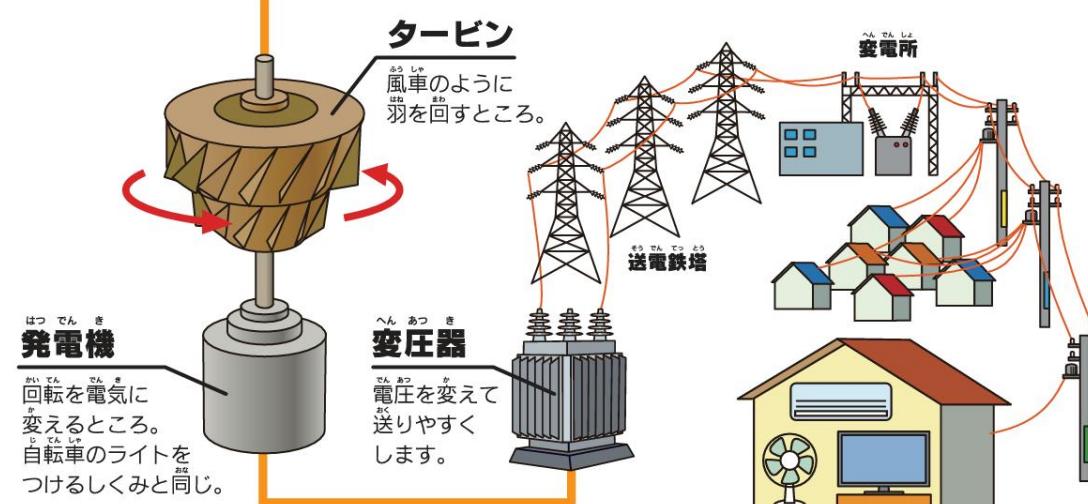


# 電気を作るしくみ



**発電方法はみんな同じ**

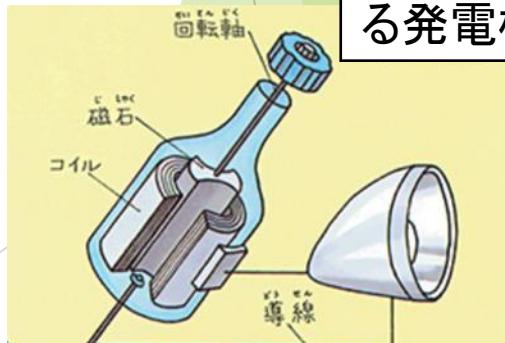
それぞれ、燃料や自然の力を使ってタービンを回転させ、発電機を動かして電気を作ります。



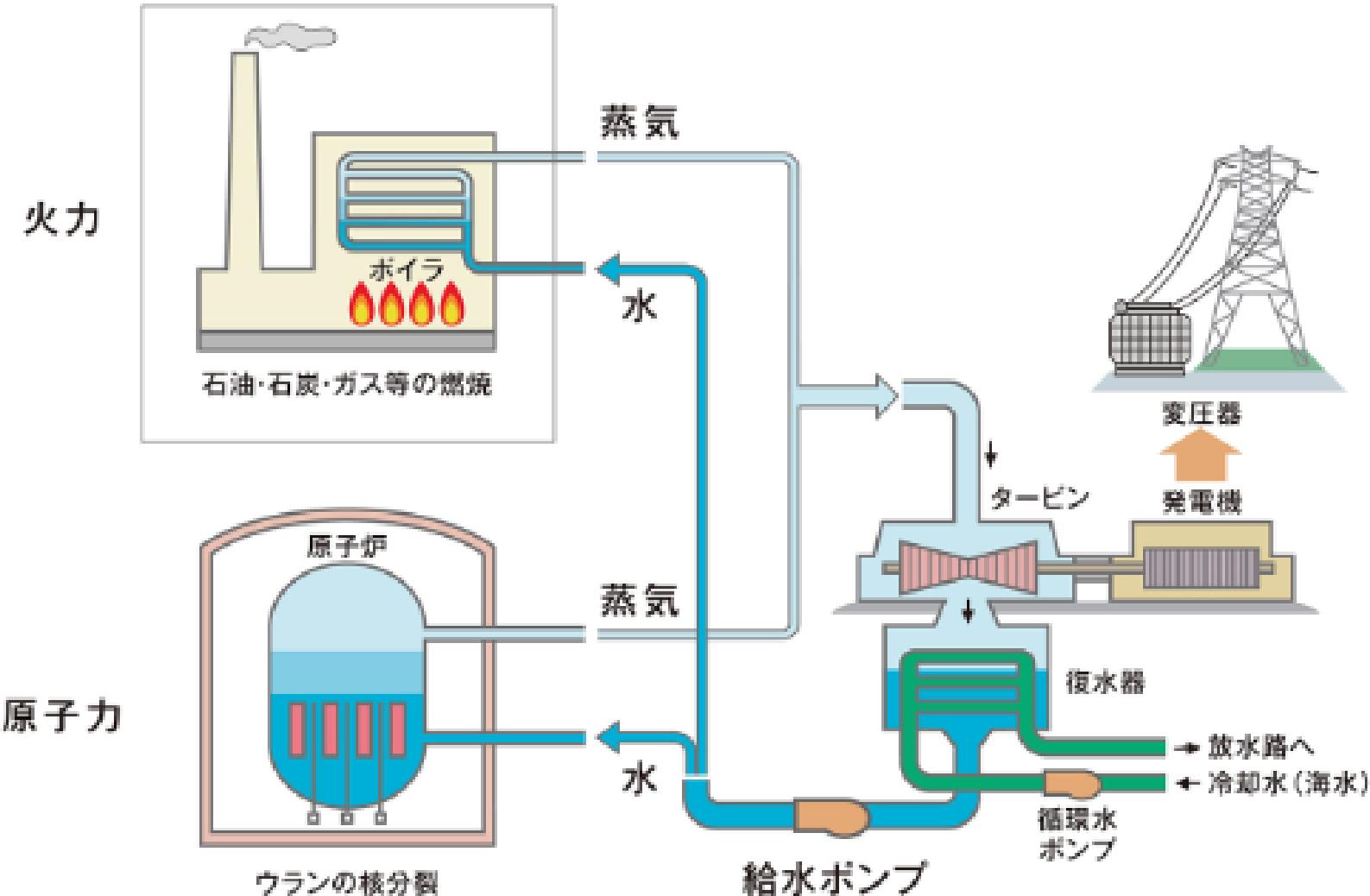
出所:青森県HP club-15\_1.pdf



自転車についている発電機

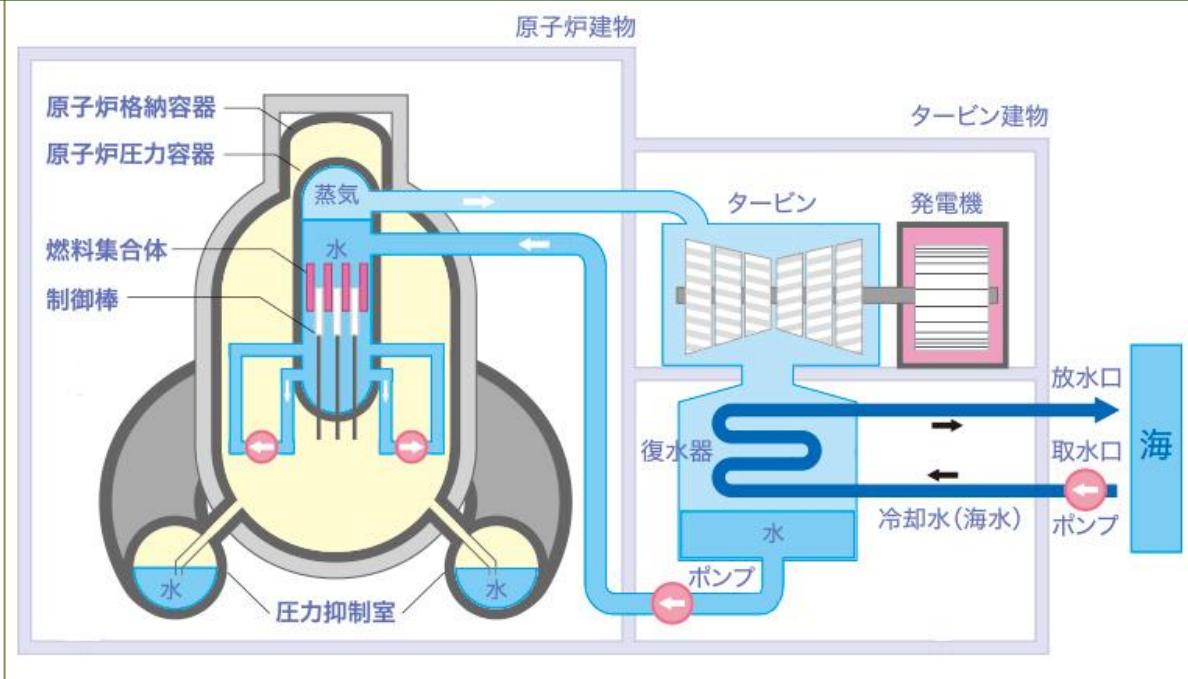


# 火力発電と原子力発電の違い



火力発電も原子力発電も、蒸気でタービンを回して発電する点では同じです。違いは、火力発電のボイラーが化石燃料を使用するのに対し、原子力発電ではボイラーを原子炉に置きかえ、ウランを燃料としていることです。

# 原子力発電のしくみ



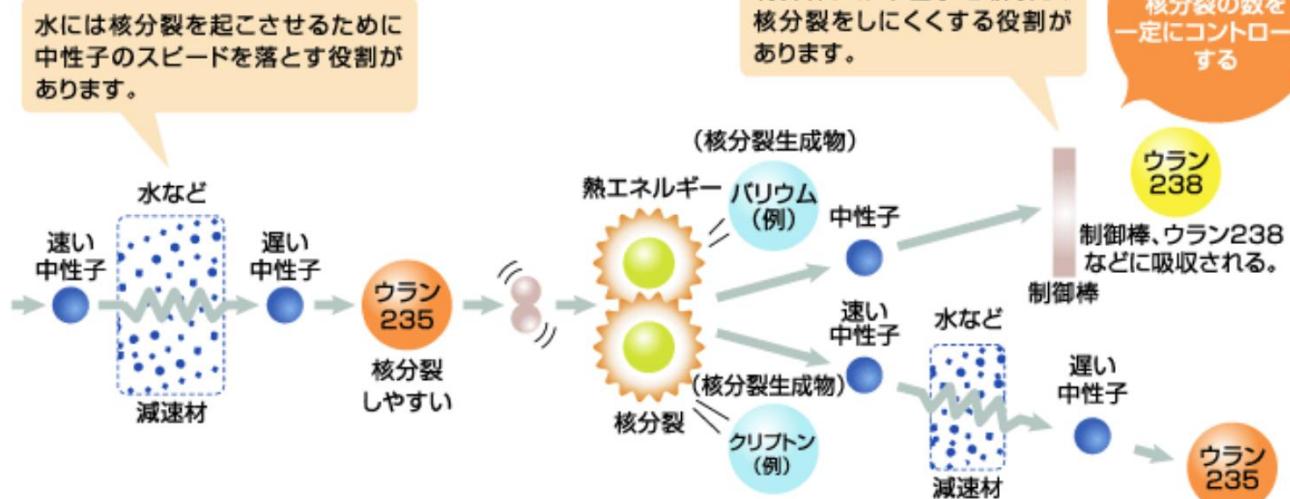
原子力発電は、**原子炉の中でウランが核分裂する時に出る熱で水を沸かして蒸気を作り**、その蒸気の力でタービンを回し、連結している発電機で電気を起こします。タービンを回し終えた蒸気は、復水器で冷やされて水に戻り、再び原子炉へ送られます。

## 核分裂の仕組み

水には核分裂を起こさせるために中性子のスピードを落とす役割があります。

制御棒には中性子を吸収し、核分裂をしにくくする役割があります。

水と制御棒で核分裂の数を一定にコントロールする



ウランには核分裂しやすいもの(ウラン235)と、しにくいもの(ウラン238)があります。

核分裂しやすいウラン235が中性子を吸収すると核分裂反応が起こり、熱エネルギーと新たな中性子を放出します。

原子力発電所では水と制御棒で中性子をコントロールして、核分裂の数を一定に保って運転しています。

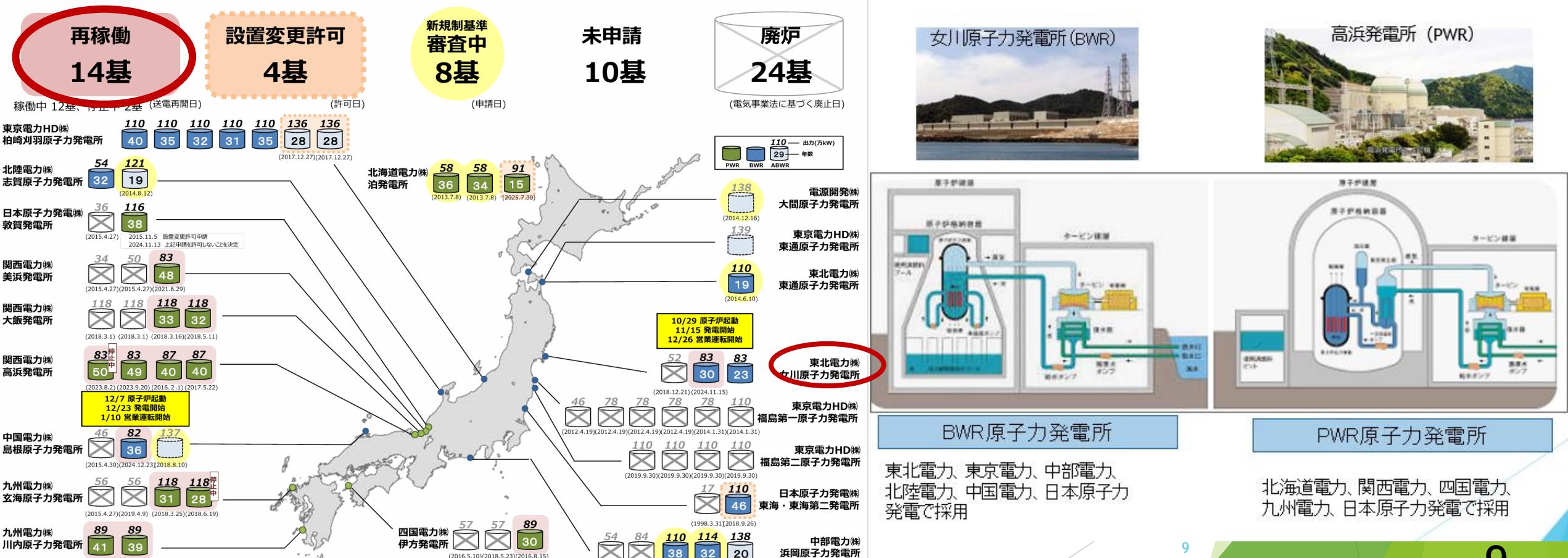
# 原子力発電の現状

日本の原子力発電所の現状

稼働中の原子炉 14基

現在、再稼働している発電所は14基。  
今後更なる早期稼働が期待されます

原子力発電所の現状

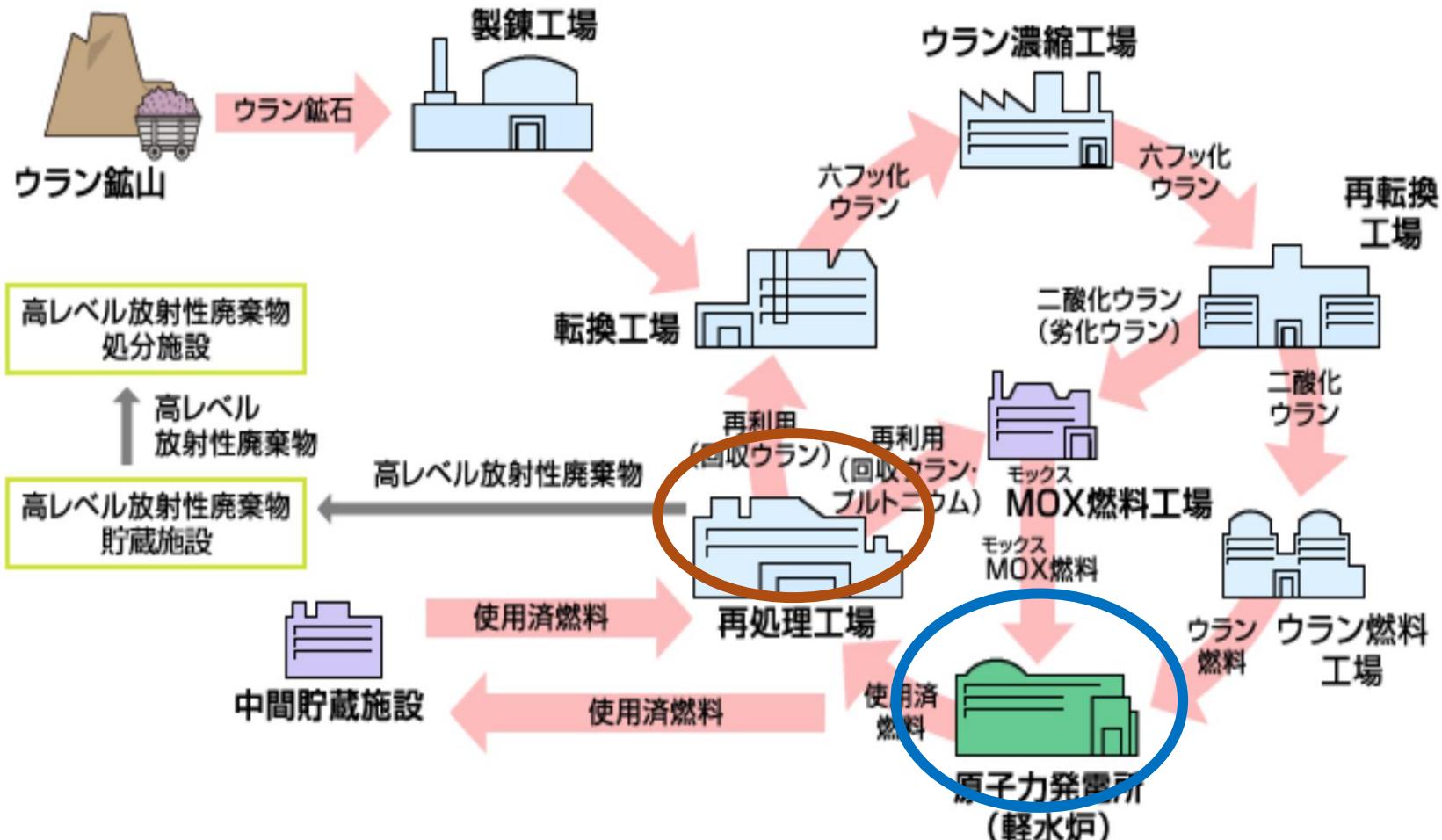


# 原子力発電と原子爆弾の違い

原子力発電の場合	ウラン235とウラン238の割合と核分裂連鎖反応	核分裂数の制御の方法	
原子爆弾の場合	 <p>ウラン235 (3~5%)</p> <p>ウラン238 (95~97%)</p> <p>中性子 U235 分裂 热 中性子 U238</p> <p>1回目 2回目 3回目</p>	<p>制御棒が多数設置されており、また自己制御性があるため急激に核分裂数が増加することはない</p>	<p>原子爆弾はウラン235をほぼ100%まで濃縮しているのに対し、原子力発電(軽水炉)燃料のウラン235の濃縮度は3~5%です。</p> <p>従って、原子爆弾と原子力発電の燃料はウラン235の濃縮度が大きく異なっており、原子炉は原子爆弾のように核爆発を起こしません。</p>
	 <p>火薬</p> <p>ウラン235 (ほぼ100%)</p> <p>中性子</p> <p>中性子 U235 分裂 热 中性子</p> <p>1回目 2回目 3回目</p>	<p>制御棒が設置されておらず、自己制御性がないため、急激に増加する核分裂を止めることはできない</p>	

# 原子燃料サイクル(1/2)

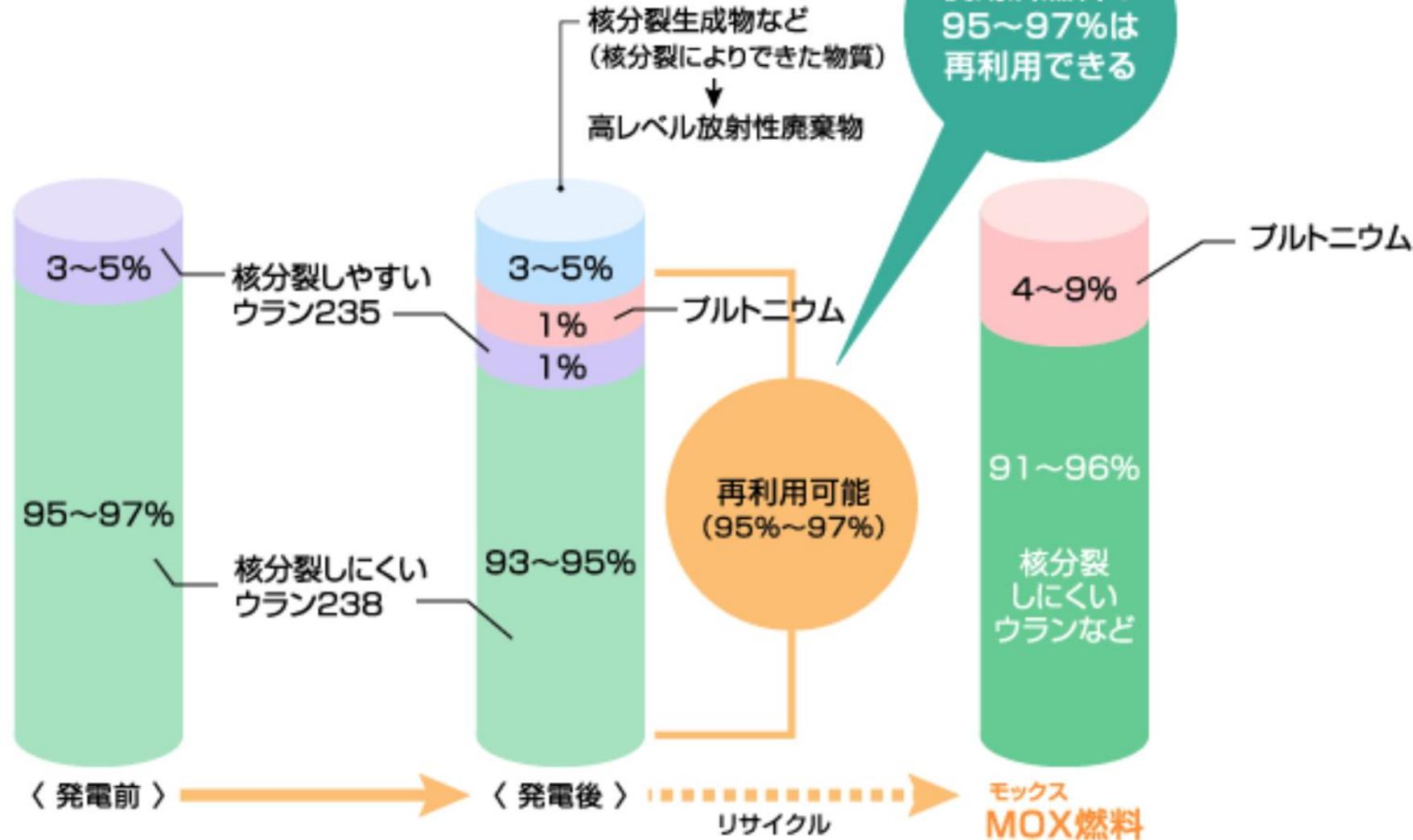
## 軽水炉を中心とした核燃料サイクル



ウラン燃料のうち、発電で消費されるのはわずか3~5%程度で、約95~97%は再利用できます。使い終わった燃料(使用済燃料)を再処理して、消費されなかったウランと新しく生まれた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「**原子燃料サイクル**」といいます。

# 原子燃料サイクル(2/2)

## 発電によるウラン燃料の変化(例)

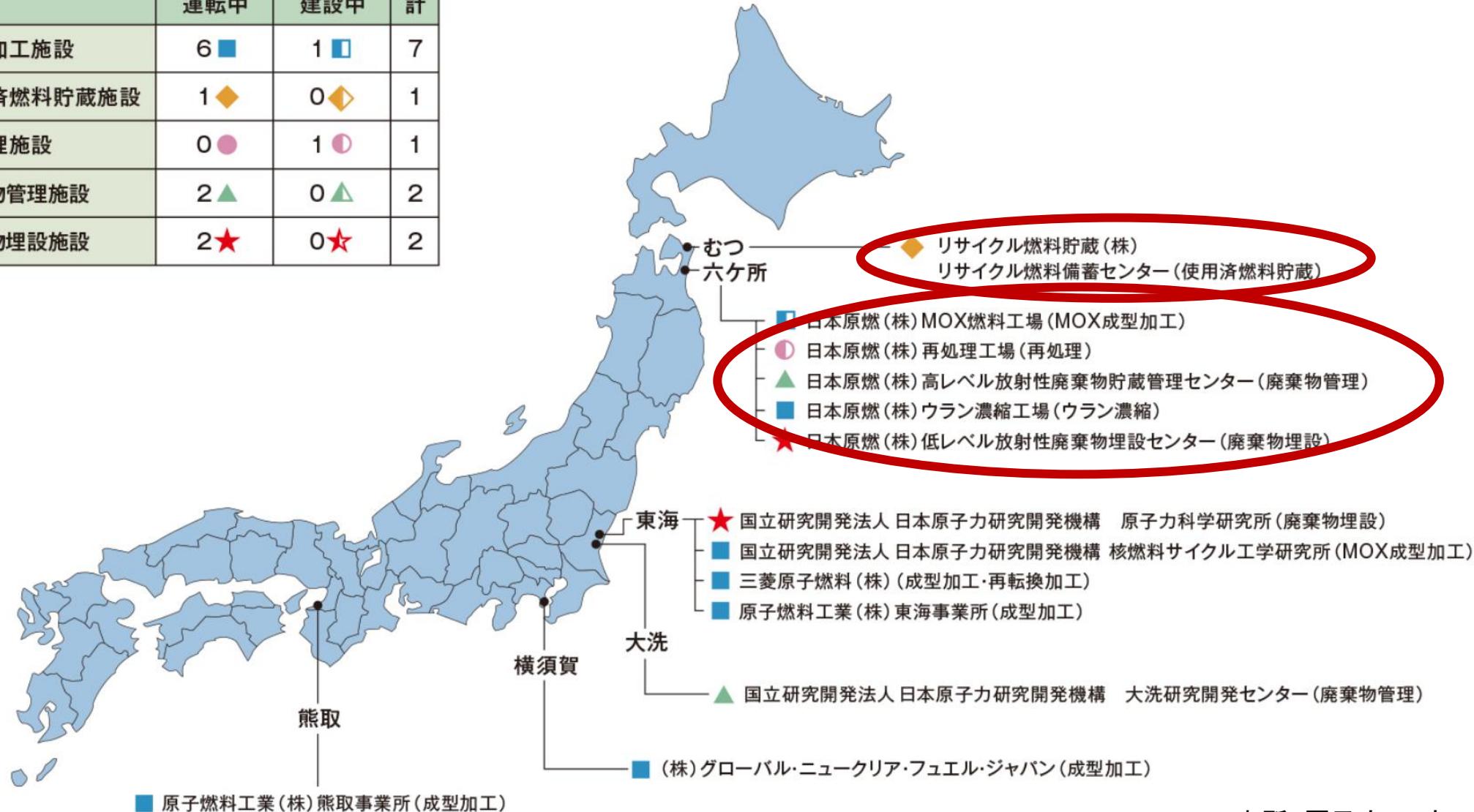


出所: 東北電力HP 原子力発電で使い終わった燃料はどうなるの? | 東北電力 ホームページ

# 原子燃料サイクル施設の位置

(2025年4月現在)

	運転中	建設中	計
燃料加工施設	6 ■	1 □	7
使用済燃料貯蔵施設	1 ◇	0 ◇	1
再処理施設	0 ●	1 ●	1
廃棄物管理施設	2 ▲	0 ▲	2
廃棄物埋設施設	2 ★	0 ★	2



出所:原子力・エネルギー図面集

# 原子燃料サイクル施設の概要(1/4)

- ・ウラン濃縮工場:平成4年3月操業開始
- ・低レベル放射性廃棄物埋設センター:平成4年12月操業開始
- ・高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター:平成7年4月操業開始
- ・再処理工場:2026年度中の竣工の予定。
- ・MOX燃料工場: 2027年度中の竣工の予定。



ウラン濃縮工場



低レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター



再処理工場



高レベル放射性廃棄物埋設センター



MOX燃料工場

写真出所：日本原燃HP

# 原子燃料サイクル施設の概要(2/4)

(2024年10月末現在)

	再処理工場	高レベル放射性廃棄物 貯蔵管理センター	MOX燃料工場	ウラン濃縮工場	低レベル放射性廃棄物 埋設センター
場 所	青森県上北郡六ヶ所村大字尾駒字沖付		青森県上北郡六ヶ所村大字尾駒字野附		
規 模	用地面積 約390万m <sup>2</sup>			用地面積 約340万m <sup>2</sup>	
	年間最大再処理能力 800 tU <sup>*1</sup> /年  1日あたり最大再処理能力 4.8 tU <sup>*1</sup>  使用済燃料貯蔵容量 3,000 tU <sup>*1</sup>	返還廃棄物貯蔵容量 ガラス固化体2,880本	最大加工能力 130 tHM <sup>*2</sup> /年  製品 国内軽水炉(BWR、PWR)用 MOX燃料集合体	450 tSWU <sup>*3</sup> /年	【既設】 1号埋設施設:40,960m <sup>3</sup> (200ℓドラム缶204,800本相当)  2号埋設施設:41,472m <sup>3</sup> (200ℓドラム缶207,360本相当)  【増設予定】 3号埋設施設:42,240m <sup>3</sup> (200ℓドラム缶211,200本相当)  最終的には約60万m <sup>3</sup>
現 状	建設中	累積受入 1,830本	建設中	運転停止中	累積受入  1号廃棄物埋設施設 151,803本  2号廃棄物埋設施設 198,824本
工 期	工事開始 1993年 しゅん工 2026年度中	工事開始 1992年 操業開始 1995年	工事開始 2010年 しゅん工 2027年度中	工事開始 1988年 操業開始 1992年	工事開始 1990年 埋設開始 1992年

\*1 U:ウランの金属の状態であるときの質量を表す単位

\*2 HM:MOX中のプルトニウムとウランの金属成分の質量を表す単位

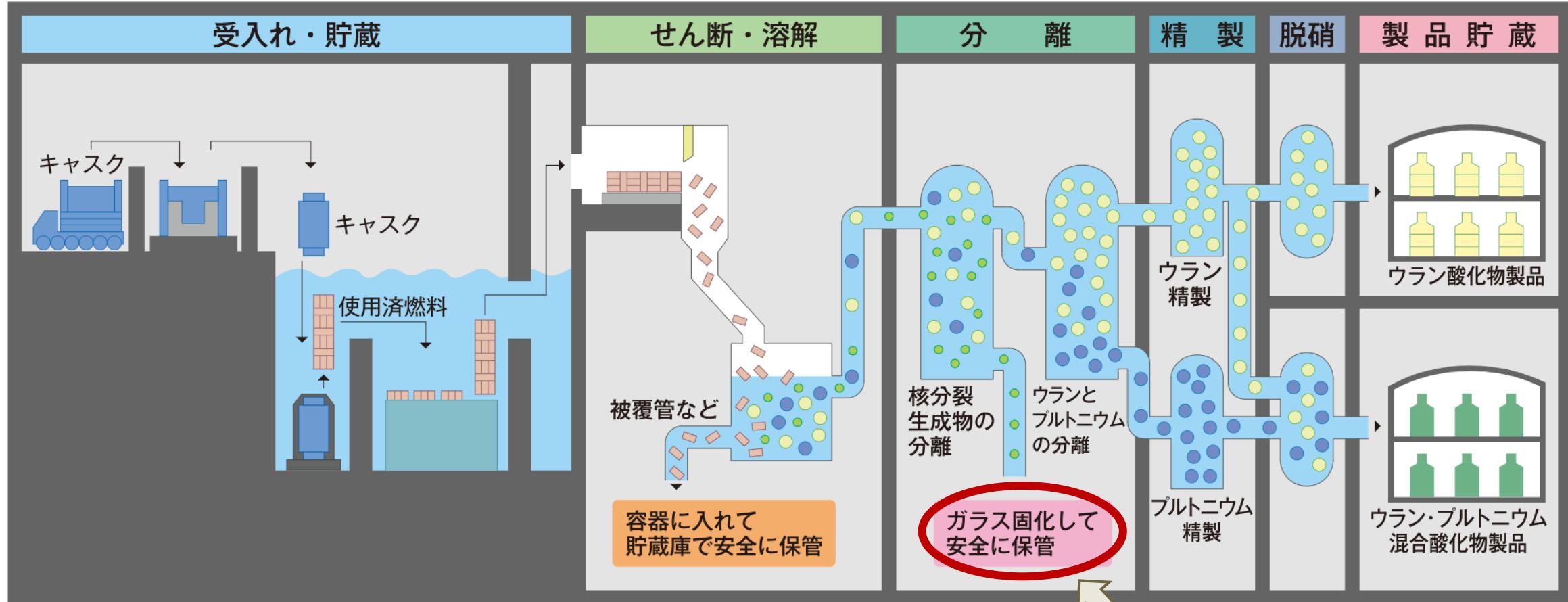
\*3 SWU:天然ウランから濃縮ウランを分離する際に必要な仕事量を表す単位

出所:原子力・エネルギー図面集

# 原子燃料サイクル施設の概要(3/4)

## 再処理の工程

● ウラン ● プルトニウム ● 核分裂生成物（高レベル放射性廃棄物）■ 被覆管などの金属片



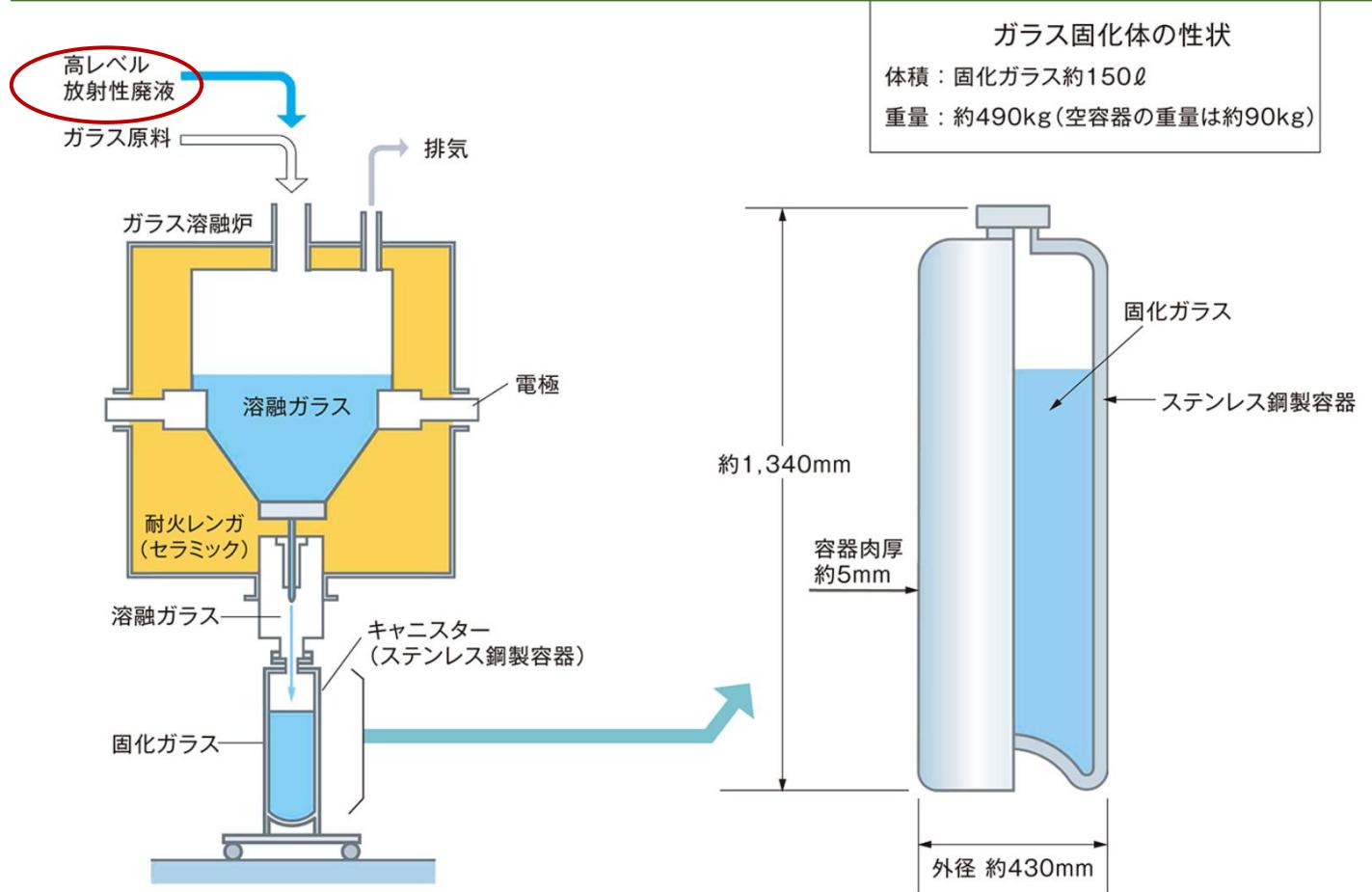
出所: 原子力文化財団HP 再処理と使用済燃料の中間貯蔵 | 原子力開発と発電への利用

高レベル放射性廃液

16

# 原子燃料サイクル施設の概要(4/4)

ガラス固化体は、高レベル放射性廃液とガラス原料を混ぜて一体化して固めたものです



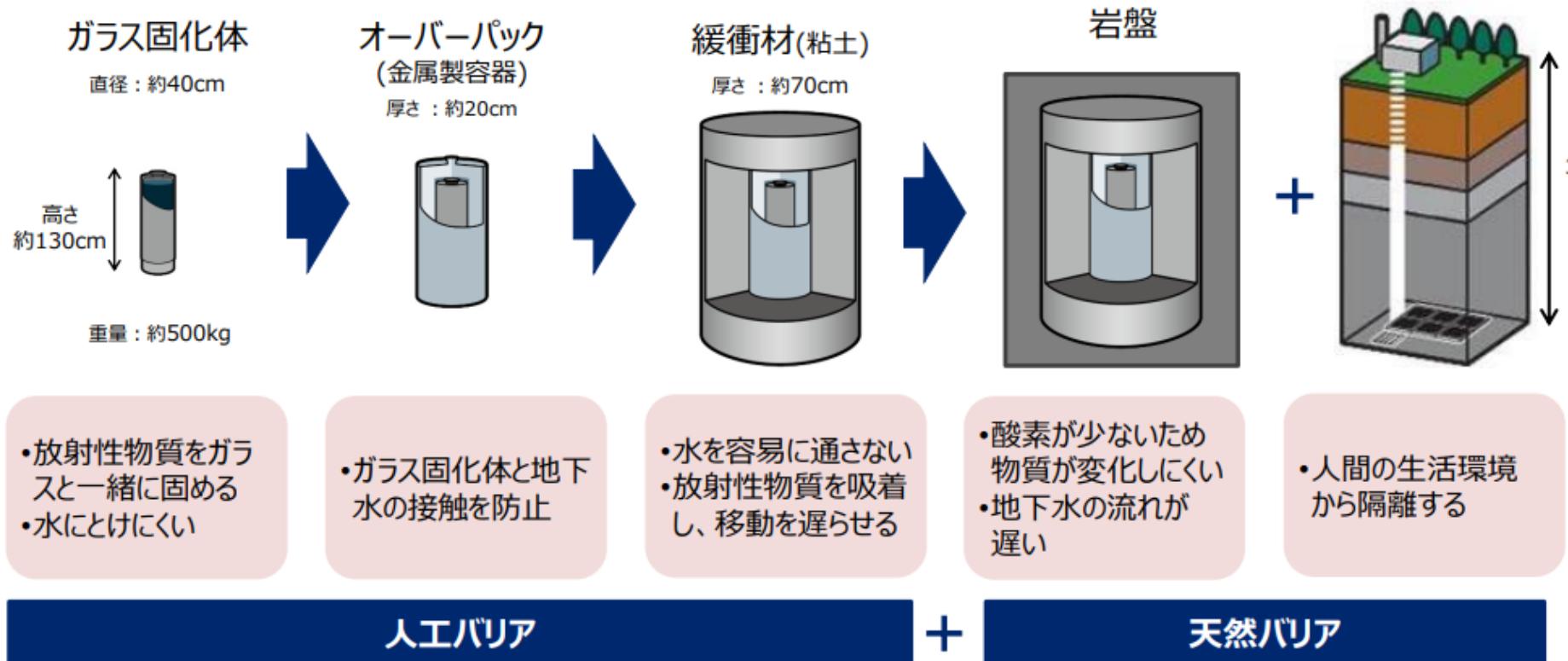
ガラス固化体概要図



エジプトでは数千年前のガラス服飾品やグラスが、我が国でも千数百年前のガラス装飾品が見つかっており、それらが今も美しい色と光沢を保っていることからも分かるように、ガラスは長期間にわたり安定した物質です

# 高レベル放射性廃棄物の地層処分の仕組み

- 地下深部では、酸素が少ないため物質が変化しにくく、地下水の流れが遅くなるため、生物の化石が数千万年以上前の形状を保ったまま、確認されることもあります。
- 地層処分では、地下深部の天然バリアに、人工バリアを組み合わせることで、人間の生活環境へ影響がないように、ガラス固化体を隔離し閉じ込めます。



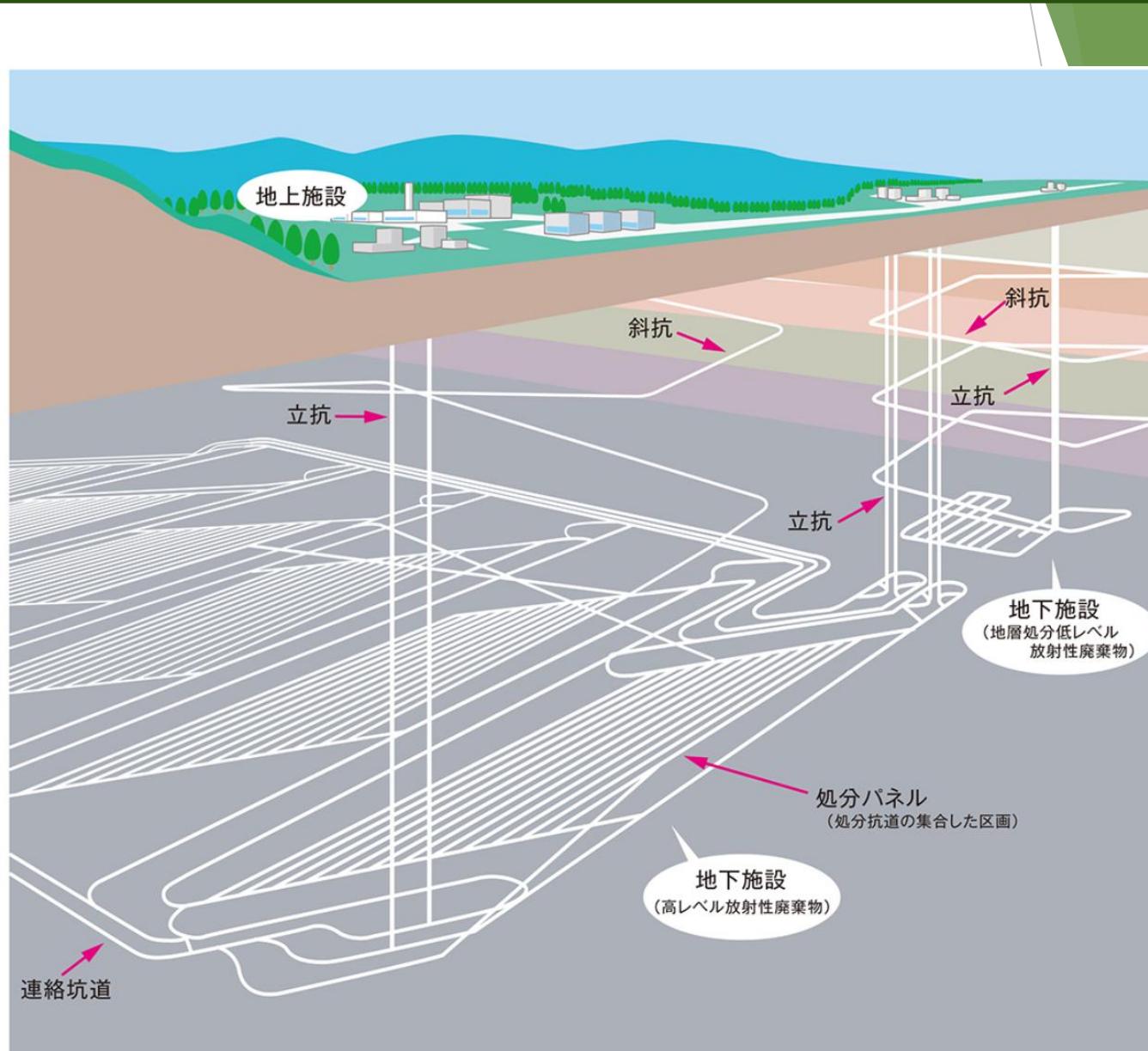
# 高レベル放射性廃棄物の地層処分の概念図

## 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1,000m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



# 地層処分事業の概要

- ガラス固化体を40,000本以上埋設できる施設を全国で1ヶ所つくる計画です。
- 地上施設は1~2 k m<sup>2</sup>、地下施設(地下300m以上)は6~10 k m<sup>2</sup>程度の想定です。
- 事業の費用は、約4.5兆円(※)と試算しています。  
※ガラス固化体(40,000本)、地層処分相当TRU廃棄物(19,000m<sup>3</sup>)を埋設する規模で算定。

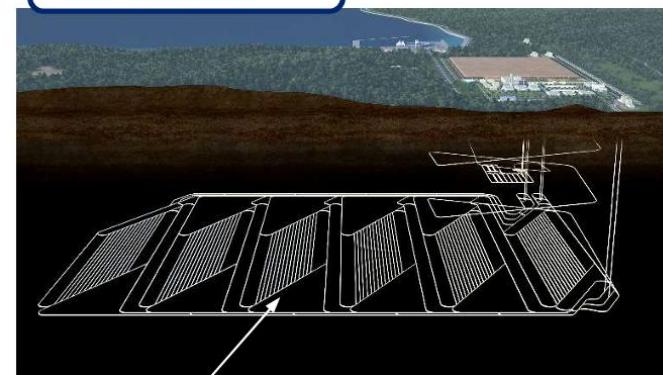
地上施設イメージ



ガラス固化体を金属製容器に密封する施設など



地下施設イメージ



処分パネル  
(処分坑道の集合した区画)

建設中



操業中



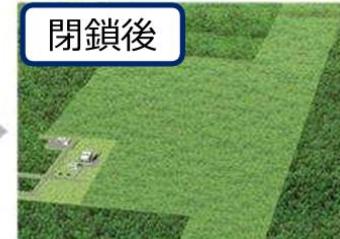
地下施設閉鎖



地上施設撤去



閉鎖後



# 日本における「文献調査」の動向

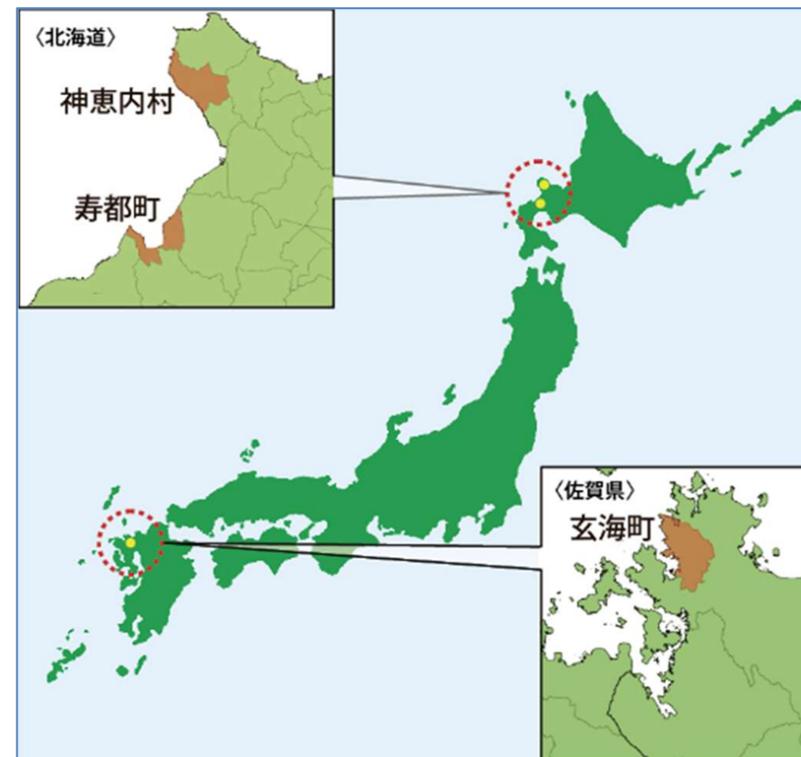
## ● 2020年11月17日北海道の寿都町と神恵内村、2024年6月10日佐賀県玄海町で文献調査を開始しました。

- 寿都町：住民説明会、議会説明会、地元産業界との意見交換等を経て、町長が応募。
- 神恵内村：商工会が誘致の請願、議会が請願を採択。これを踏まえ、国が申し入れ、村長が受諾。
- 玄海町：議会で請願審査付託を決定、請願を採択。これを踏まえ、国が申し入れ、町長が受諾。

## ● 引き続き、全国のできるだけ多くの地域で、最終処分事業に关心を持っていただき、文献調査を受け入れていただけるよう、取り組んでまいります。

### (1) 北海道 寿都町 (すっつちょう)

2020年	8/13	検討の表面化
	9/7～9/29	町主催の住民説明会
	10/9	町長がNUMOに応募
	11/17	経産省がNUMOの事業計画変更を認可（調査開始）
2021年	3/8	概要調査・精密調査移行時の住民投票条例が議会で採決
	4/14	「対話の場」の立ち上げ（2025年1月までに17回開催）



### (2) 北海道 神恵内村 (かもえないむら)

2020年	9/11	商工会での検討状況が表面化
	9/26～9/30	国・NUMO主催の住民説明会
	10/8	村議会臨時会で誘致請願を採択
	10/9	国から申し入れ、村長が受諾
	11/17	経産省がNUMOの事業計画変更を認可（調査開始）
2021年	4/15	「対話の場」の立ち上げ（2025年1月までに20回開催）

### (3) 佐賀県 玄海町 (げんかいちょう)

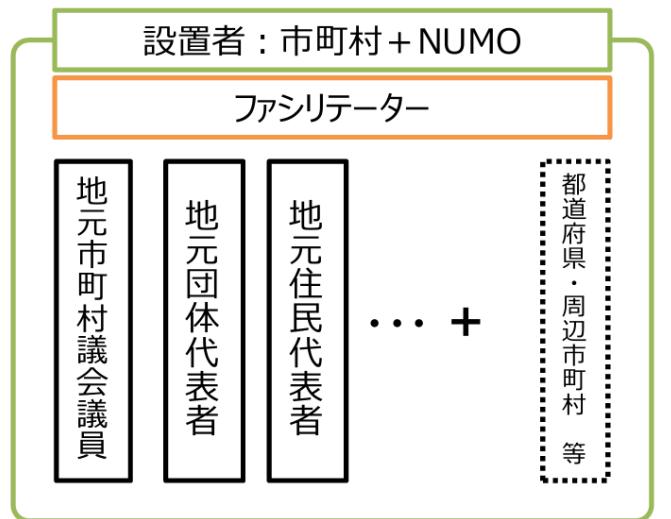
2024年	4/15	町議会 定例会4月 会議
		原子力対策特別委員会へ請願審査付託を決定
	4/26	町議会 定例会4月 第2回会議 請願採択
	5/1	国から文献調査申し入れ
	5/10	町長受諾
	6/10	経産省がNUMO事業計画変更を認可（調査開始）

# 地域における「対話の場」の役割

- 文献調査の実施に際して「対話の場」を設置します。調査と平行して、適切な情報提供のもと、住民の皆さまの間で継続的な対話が行われ、議論を深めていただくことが重要と考えています。
- 「対話の場」において出された委員の意見を受けて、様々な取り組みを実施し、地域をサポートします。

## 「対話の場」の運営イメージ

- 第三者のファシリテーターを配置し、賛否に偏らない議論を行う。
- 立場を超えた自由な議論と透明性の確保を両立。
- 委員以外の一般住民が様々な形で参加できる機会を積極的に設ける。



<諸外国における対話活動の例>



スウェーデン [写真提供] エストランマル自治体



カナダ [出典] イグナス地域連絡委員会HP引用

## 検討テーマのイメージ

### 処分事業関係

- 処分事業の概要
- 安全確保の考え方
- 文献調査の経過報告
- 関連施設への視察 等

+

### 地域の発展ビジョン関係

- 将来のまちづくりに関する議論
- 経済社会影響調査の実施
- プラス影響促進策の提案
- マイナス影響への懸念への対応方針の議論 等

※海外事例や国内類似例等を参考としつつ、有識者からの意見も踏まえながら議論。

1

# 地域との共生に向けた取り組み

- 地層処分事業は100年以上の長期にわたる事業となります。地域の発展と共に、事業を安定的に運営することが重要です。
- NUMOは、調査の開始に伴い、地域にコミュニケーションのための拠点を設置し、事業に関するご質問にお答えするとともに、住民の皆さんと共に、地域の発展に向けた議論に貢献していきたいと考えています。

## 諸外国における地域共生事例 (スウェーデン・エストハンマル市)

- ・「ゴミ捨て場」ではなく「ハイテク技術が集まる工業地域」になるとの前向きなイメージが市民と共有できた。
- ・処分施設への投資は地域の雇用や生活を向上させる。
- ・優れた人材が集まり、研究者や見学者が世界中から訪れる。



エストハンマル市長



最終処分場建設  
予定地 (CG図)



エスボ研究所の研究の様子



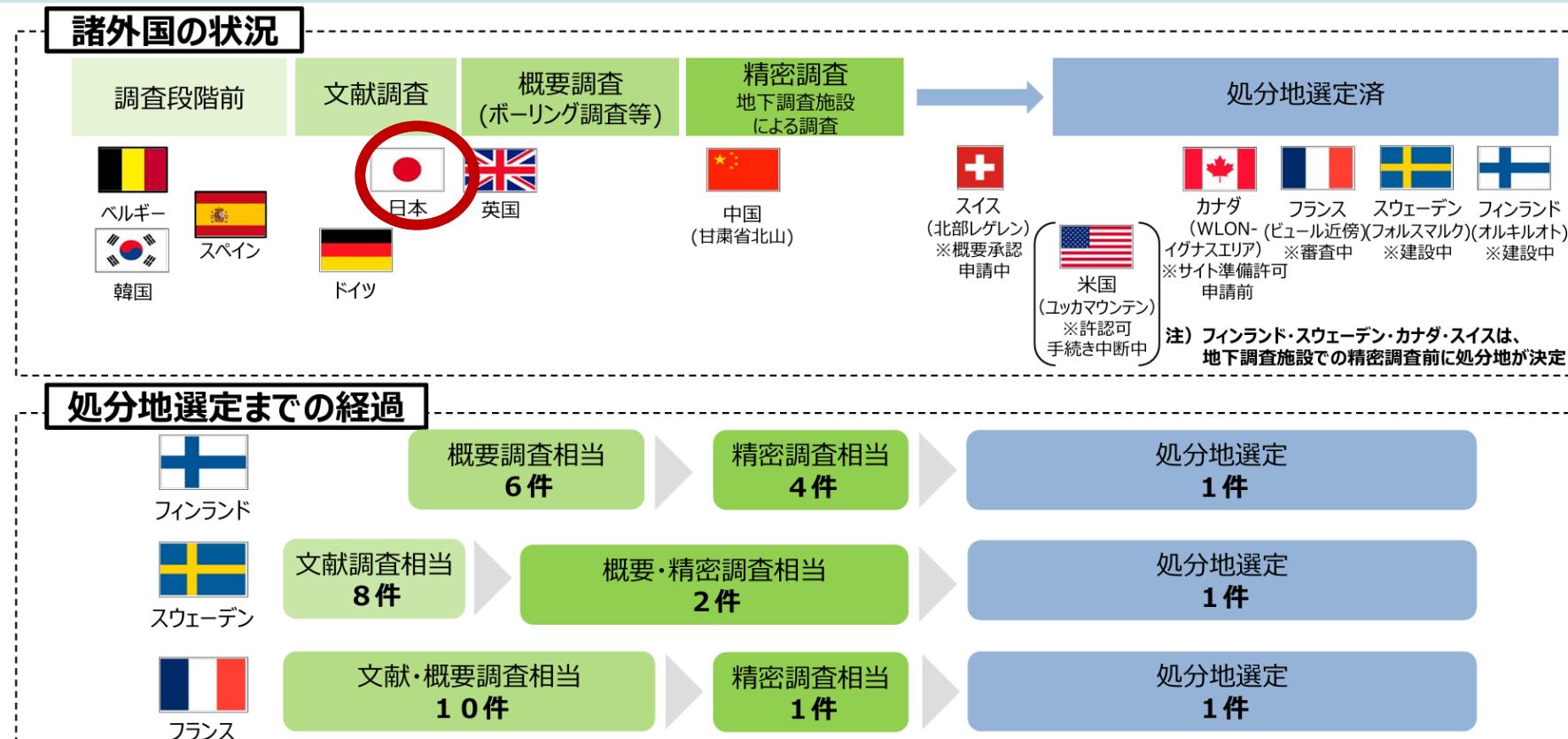
【出典】SKB社HP引用

- 実施主体は、地域において合計900名弱の雇用創出と試算（建設段階等ピーク時）また、地元事業者は、建設資材、建設工事・土木工事、宿泊施設や食事サービス等でシェアを獲得する可能性が高いと分析。
- 2025年までに総額約230億円規模の経済効果を生み出す事業を実施予定（地元企業の新商品開発支援／関連施設の誘致、インフラ整備（道路・港湾の改良）、事業主体の本社機能や研究所移転等）

※フィンランドやスウェーデンでは、観光業や農業への風評被害や住宅価格低下の可能性などについても、過去の類似事例を調査分析し、その結果を住民に共有。

# 最終処分の実現は原子力利用国の共通課題

- 高レベル放射性廃棄物の最終処分の実現は原子力を利用する全ての国の共通課題です。
- 処分場の建設を開始しているフィンランド・スウェーデンにおいても、地層処分の実施を決めてから30年以上の歳月をかけて、国民理解・地域理解に弛まぬ努力を重ねてきています。
- 先行する諸外国の処分地選定プロセスでは、10件程度の関心地域が出て、そこから順次絞り込まれています。



ご清聴ありがとうございました

