

# 高レベル放射性廃棄物の処分について 一緒に考えてみませんか？

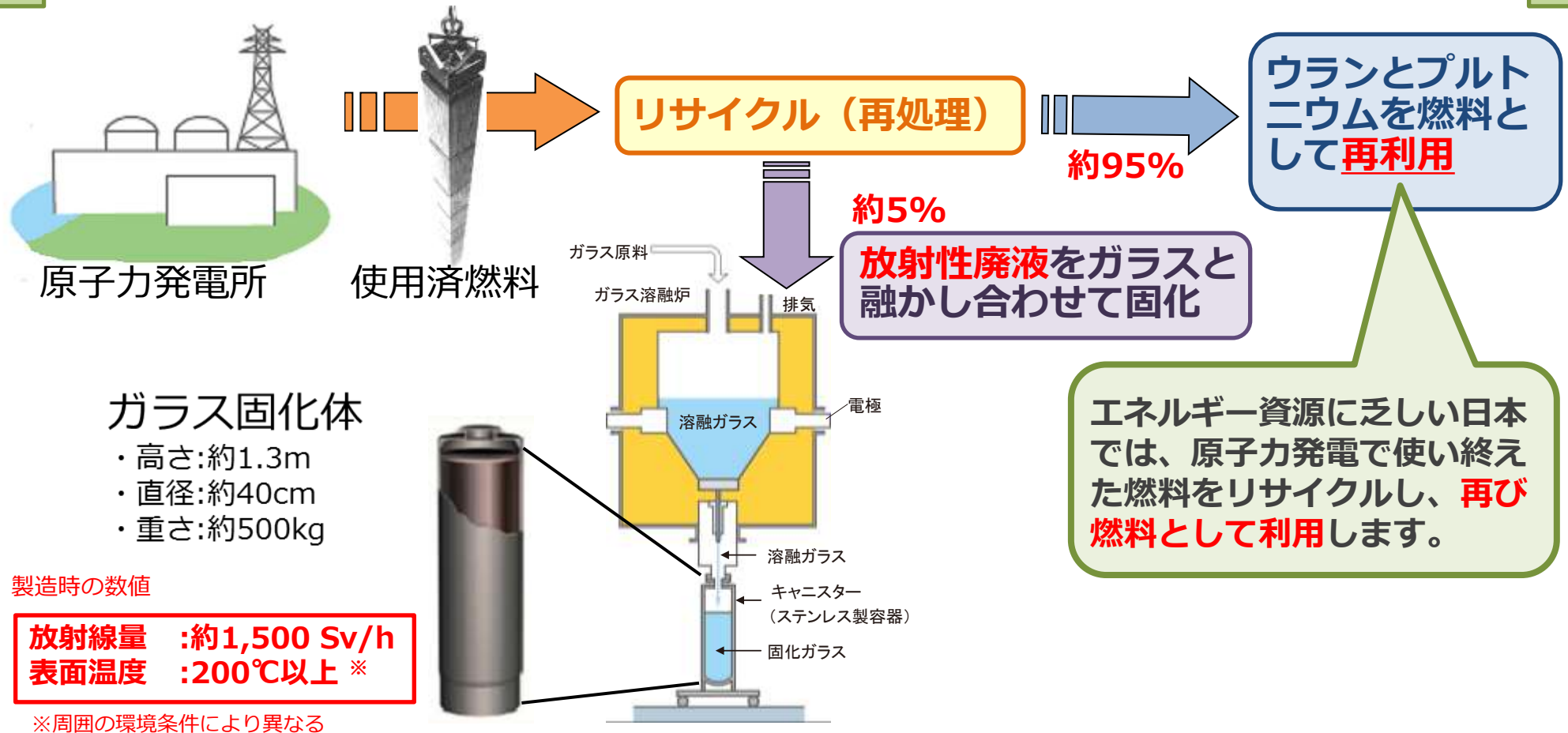
- 1.高レベル放射性廃棄物ってなんだろう？
- 2.高レベル放射性廃棄物はどうやって処分するの？
- 3.地層処分って本当に安全なの？
- 4.地層処分はどのように進めるの？

添付 参考資料

# **1. 高レベル放射性廃棄物ってなんだろう？**

# 高レベル放射性廃棄物って何ですか？

原子力発電所で使い終わった燃料（使用済燃料）をリサイクル（再処理）する際に残る廃液を、ガラスと融かし合わせて固めたもの（ガラス固化体）です。



注）東京電力の福島第一原子力発電所の事故により発生した放射性物質に汚染された廃棄物（焼却灰、下水汚泥等）とは異なります。

# 高レベル放射性廃棄物ってどれくらいあるの？

現在原子力発電所などで保管されている約17,000トンの使用済燃料を今後リサイクルすると、既にリサイクルされた分も合わせ、**約25,000本のガラス固化体**となります。

## 高レベル放射性廃棄物の発生量

貯蔵管理中

**2,167 本**

(平成26年4月時点)

既に

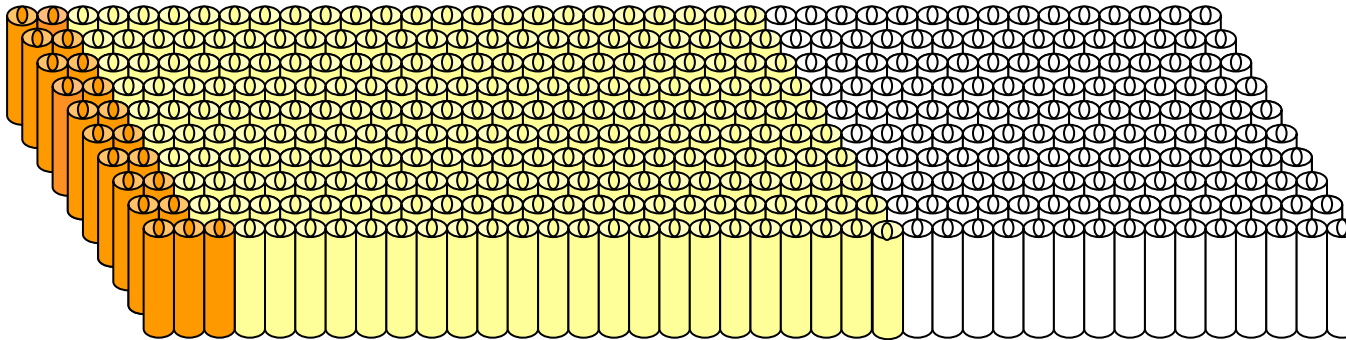
**約 25,000 本相当**

(平成26年4月時点)

原子力発電所の稼働  
状況に応じて増加

NUMOでは、**40,000 本以上**のガラス固化体を処分できる施設を計画中です。

次の世代に負担を残さないためにも、原子力発電による電気を利用してきた私たちの世代で**できるだけ早く処分に道筋をつけなくてはなりません。**



= ガラス固化体  
100本

# 高レベル放射性廃棄物って危険じゃないの？

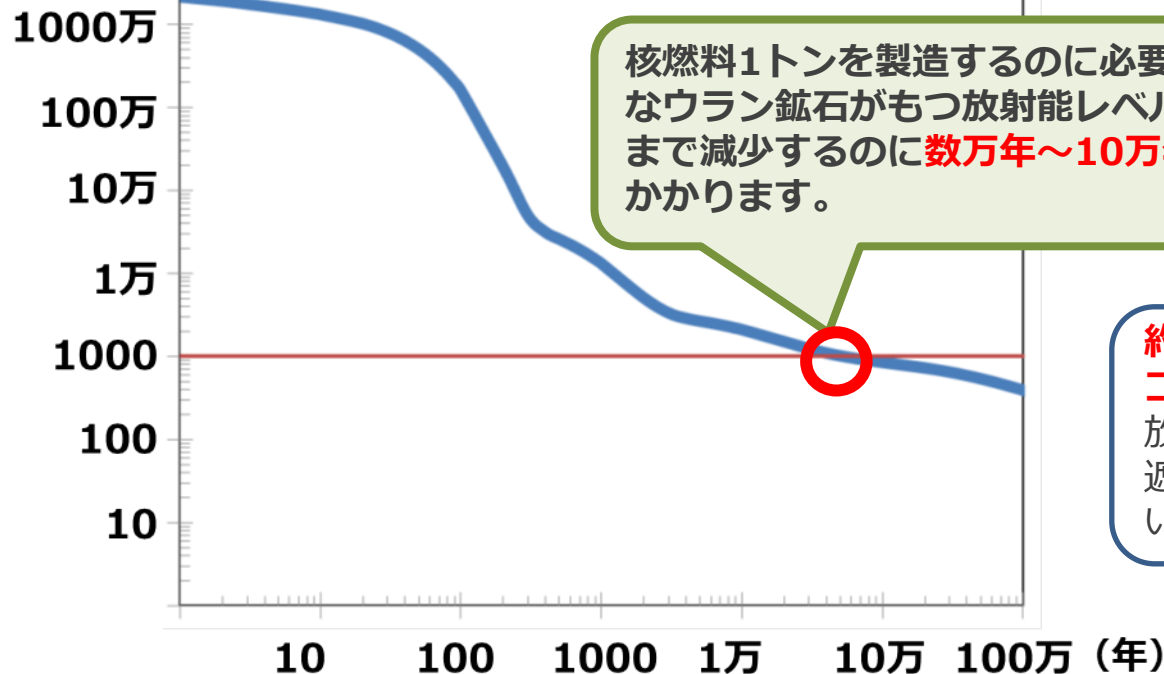
放射能レベルは非常に高く危険ですが、**適切な対策を施す**ことにより、**安全に管理**されています。

地層処分ができる温度（**100度前後**）に下がるまで保管します。（**30年～50年**）

※Bq（ベクレル）とは放射能の強さを表す単位（G:ギガ 1Bqの10億倍）

(GBq/1トン)

核燃料1トンから発生する  
ガラス固化体に含まれる放射能

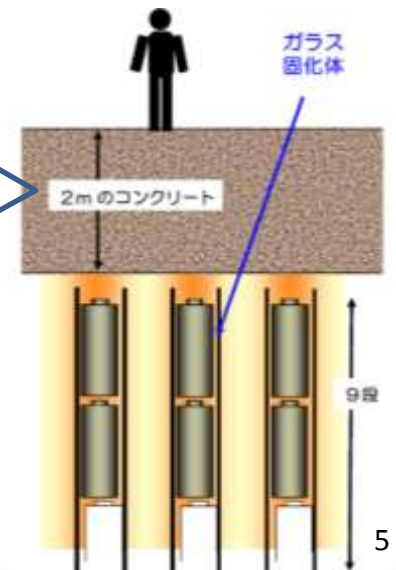


核燃料1トンを製造するのに必要なウラン鉱石がもつ放射能レベルまで減少するのに**数万年～10万年**かかります。



日本原燃㈱ 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター（青森県六ヶ所村）  
写真提供：日本原燃㈱

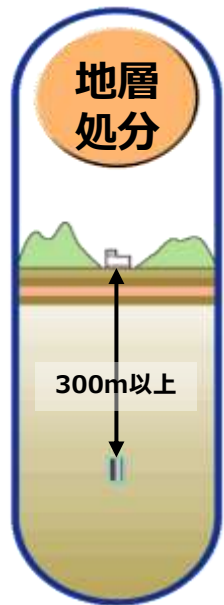
約**2 m**の厚さの**コンクリート**で放射線は安全に遮へいされています。



## 2. 高レベル放射性廃棄物はどうやって処分するの？

# どうして地層処分が選ばれたの？

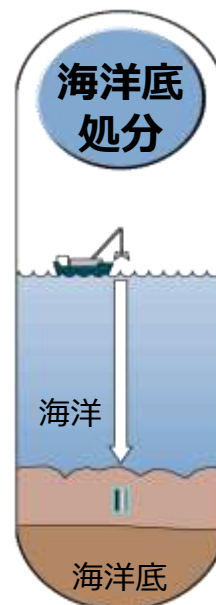
世界各国でさまざまな処分方法が検討されてきましたが、「**地層処分**」が**最適な方法**であることが、**国際的に共通な認識**となっています。



地層が本来もっている閉じ込める性質を利用



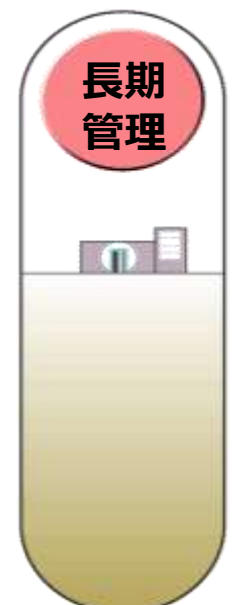
発射技術等の信頼性に問題



ロンドン条約により禁止



南極条約により禁止



人間による恒久的な管理が困難

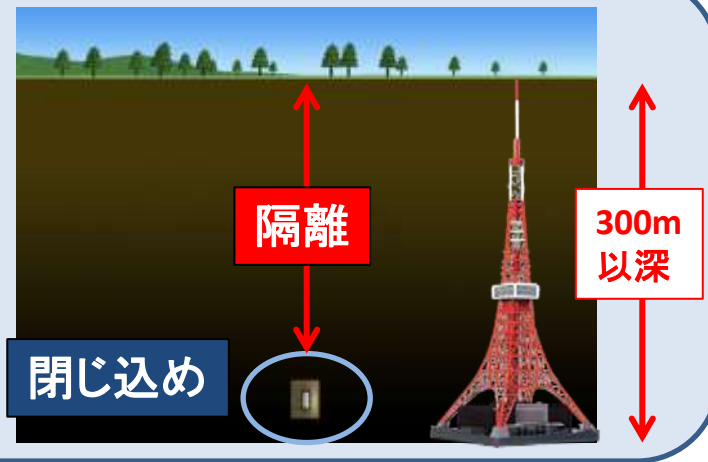


# 地層処分ってどうやるの？

**300mより深い地中に埋めることにより、人間の生活環境に影響を及ぼさないよう隔離し、閉じ込めます。**

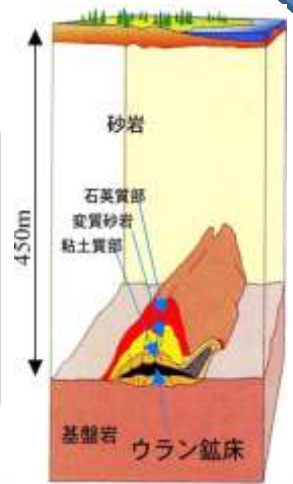
## 基本的な考え方

地下の環境が本来持っている**閉じ込める性質**を利用して、高レベル放射性廃棄物の管理を最終的には**人間の手から自然にゆだねます**。



## カナダのシガーレイク

ウランは**約13億年**にわたり地中に閉じ込められ、今日にいたるまで位置を変えずに**安定に保存**されています。



## アンモナイト

大昔の生物の骨や貝殻の化石はガラスより水に溶けやすいですが、それでも**溶けずに残っていた事例**があります。

生息：**9040～8850万年前**



写真提供：日本化石資料館

# 地表で保管しておくことではなぜいけないのですか？

地表は地下に比べて自然現象に左右されやすく、また、人の行為にも影響されやすいです。このため、**数万年もの間、人間の管理によって安全性を確保していくのは非常に難しいことです。**  
また、**将来の世代に負担を残すこと**になります。

	地表	地下
自然現象	大地震・火山噴火・ 巨大台風・大津波	火山・断層
人間の活動	戦争・テロ	掘削
金属の腐食	腐食しやすい	腐食しにくい

地下は**長期間にわたり人間の生活環境から隔離する**のに適しています。

# 何か急に出てきた話のように思えるのですが？

国内においても、国際的にも長い年月をかけて研究開発や処分方法の検討が積み重ねられてきました。

## 日本

**1962年**：原子力委員会報告書「高レベル放射性廃棄物の処分方針について」検討開始

**1976年**：原子力委員会決定「放射性廃棄物対策について」地層処分研究スタート

**1999年**：研究開発成果「第2次取りまとめ」日本において地層処分は技術的に実現可能であることを確認

**2000年**：「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」制定・NUMO設立

**2013年～**：放射性廃棄物ワーキンググループ／地層処分技術ワーキンググループにおける審議

## 国際

**1957年**：米国科学アカデミー会議地層処分の概念が初めて提示

**1977年**：OECD/NEA報告書様々な処分方法のうち、「安定な地層中へ閉じ込めることが、最も進歩した解決方法である」との結論

**1995年**：OECD/NEA報告書「現世代の責任で地層処分を実施することは最も好ましい」との結論

**2011年**：スウェーデンが処分施設の建設許可を国に申請

**2012年**：フィンランドが処分施設の建設許可を国に申請

### **3. 地層処分って本当に安全なの？**

# 地層処分にはどんな危険性があるの？

地下水や火山、活断層等の自然現象の影響を受ける可能性が考えられますが、日本の地質の特性に応じた対策を講じることにより、安全に処分することが可能です。

火山・活断層が多い

日本の地質環境

地下水が多い

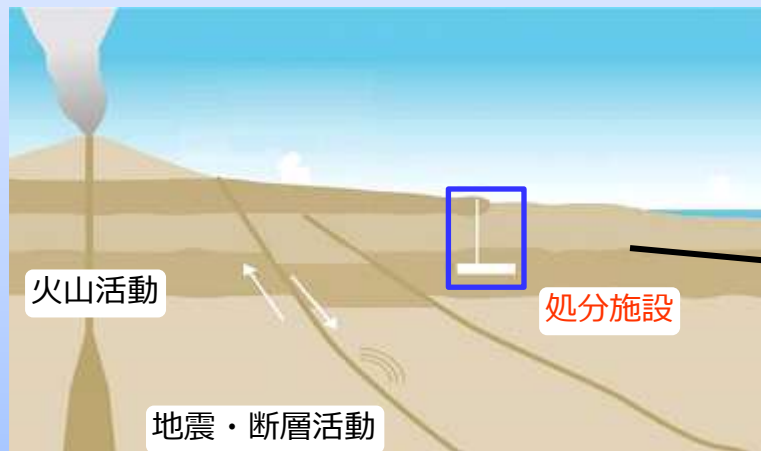
これらによる処分施設の損傷

安全性への影響

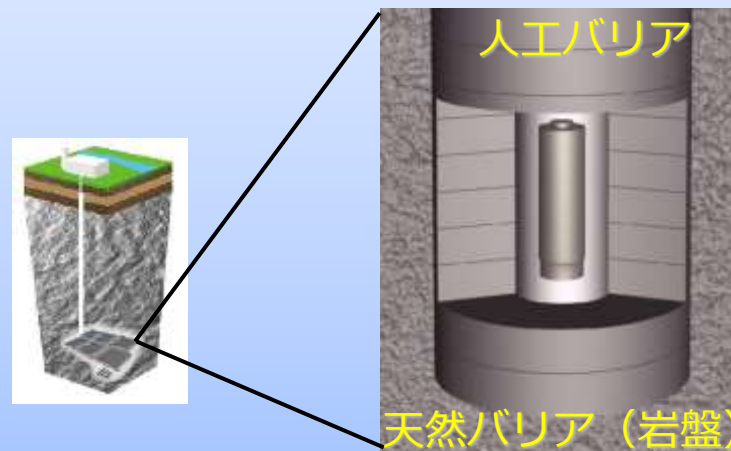
地下水による放射性物質の生物圏への移動

対 策

火山や活断層等を避けて処分施設を建設

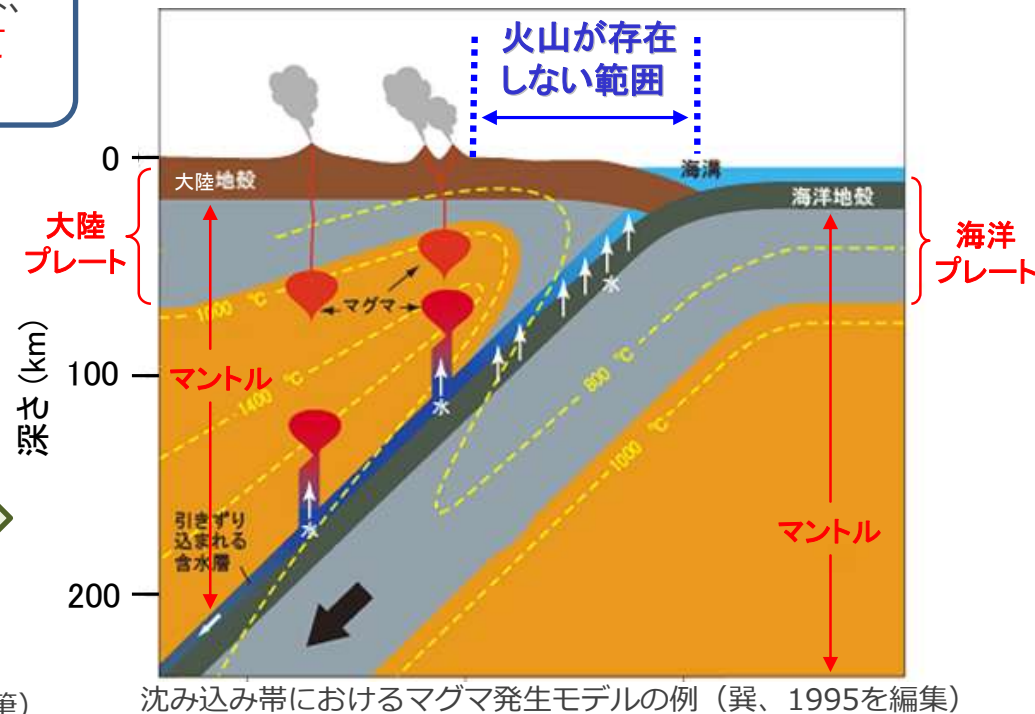
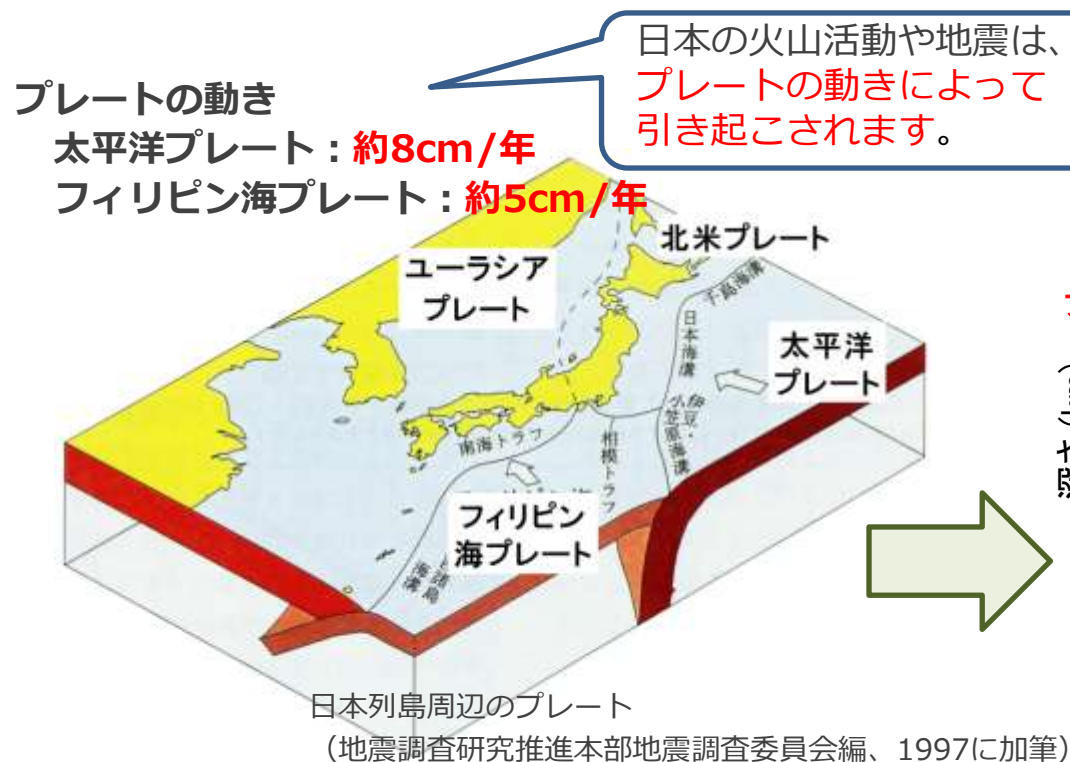


多重のバリアでガラス固化体を防護するとともに、放射性物質の移動を遅延



# 火山は避けることができるの？

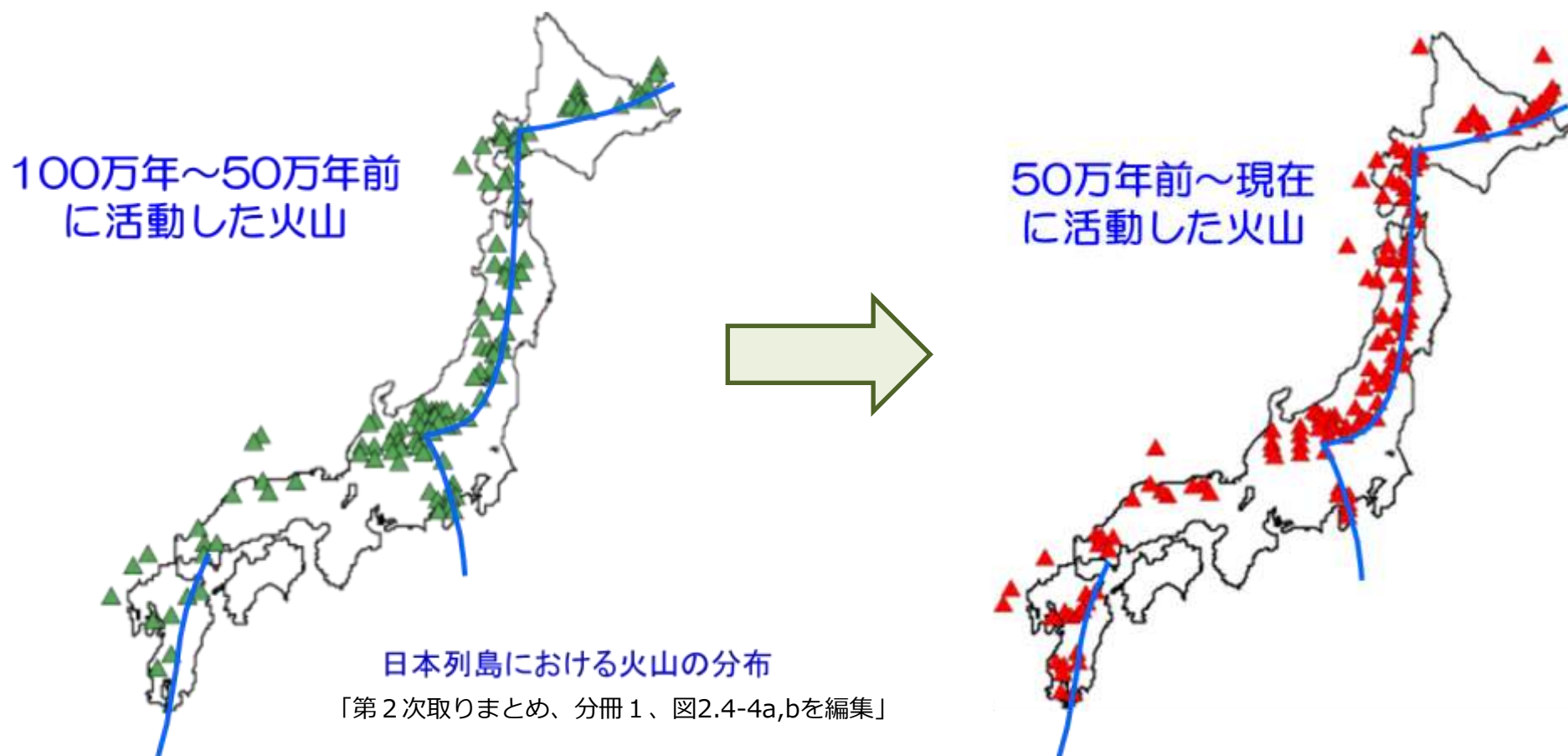
① マグマが発生する深さはおよそ決まっている（深さ100km程度）  
ため、**プレートが沈み込む位置からある一定の距離の範囲には、火山が存在しません。**



プレートの動きの方向や速さは**数百万年前からほとんど変化がなく、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。



②実際、数百万年程度の期間、火山ができる位置はほとんど変わっていません。このため、**詳細な調査により火山を避けることができます。**



# 活断層はどうやって避けるの？

①断層活動は過去数十万年にわたり同じ場所（活断層）で繰り返し起こっています。このため、**詳細な調査により活断層とその影響範囲を避けることが可能です。**

## 陸域の活断層の分布



出展：日本地質学会 地質環境の  
長期安定性研究委員会（2011）

### ～ 活断層とは ～

過去数十万年前以降に繰り返し活動し、将来も活動する可能性のある断層のこと。

### ～ 活断層の影響範囲とは ～

断層周辺の岩盤の破壊や変形が生じている領域、ならびに将来、断層が伸展したり分岐する可能性がある領域のこと。

**数百万年前から、プレート運動に大きな変化はなく、一度できた断層はそこが弱面となって繰り返し活動することとなります。**



## ②まだ隠れた活断層もあると考えられますが、最新の調査手法によって詳細に調査することにより、隠れた活断層も見つけ出すことは可能です。

### 【1.物理探査】



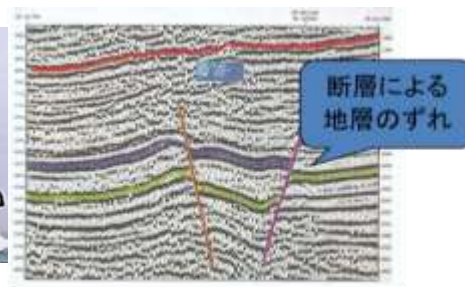
陸上の反射法探査の  
大型バイブレータ震源

※写真提供：地球科学総合研究所 H P



海上の音波探査の調査船

※写真提供：洞海マリンシステムズ



物理探査学会：図解物理探査より

反射法による地下構造  
断面図

### 【3.トレンチ調査】



実際に溝を掘り、その壁面にみられる  
地層の綿密な観察を行っている様子  
(遠田ほか, 2009)

### 【4.トンネル調査】



地下深くにある断層の直接  
目視による調査

### 【2.ボーリング調査】



掘削作業の様子



調査現場の外観

※写真は調査イメージになります。

※写真提供：日本原子力研究開発機構



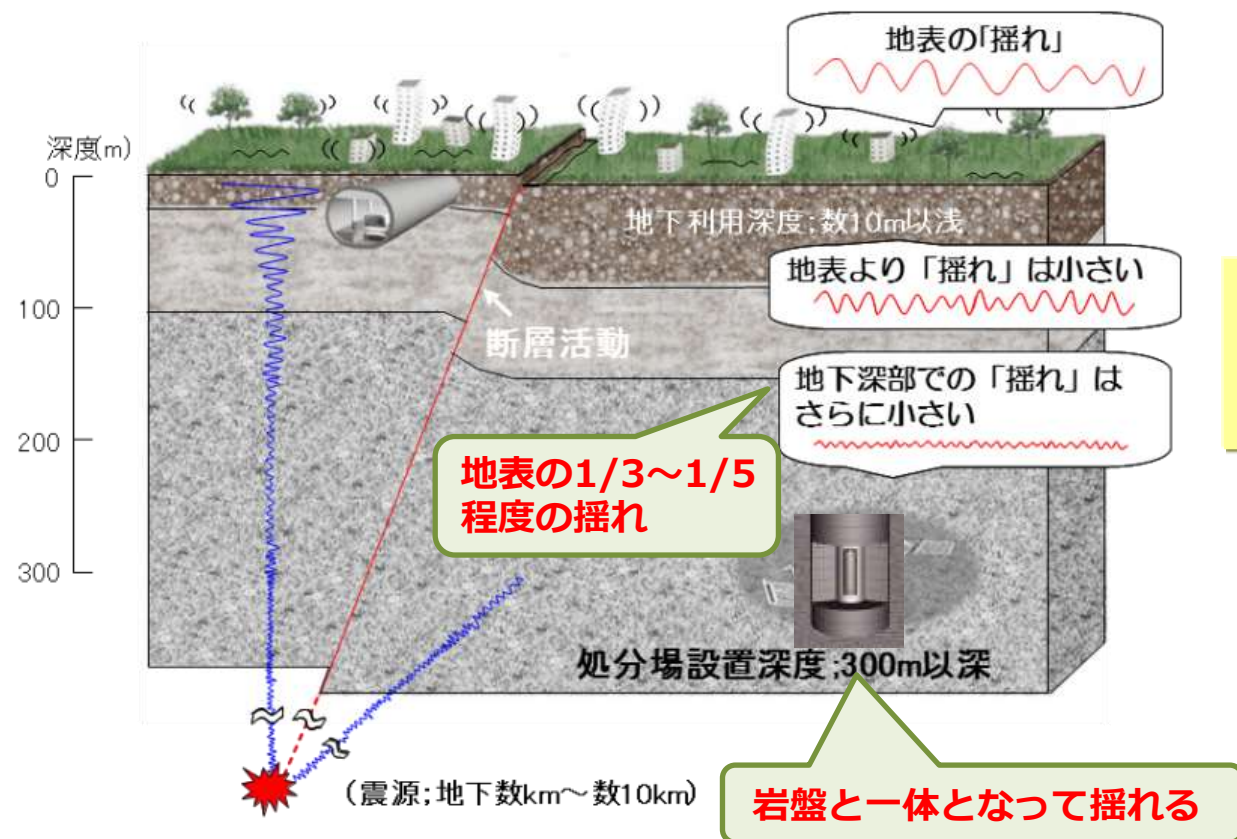
岩石サンプルの例

※写真は調査イメージになります。

※写真提供：日本原子力研究開発機構

# 巨大地震がきても平気なの？

地下の揺れは地表に比べ小さく、周囲の岩盤と一体となって揺れるため、地震の揺れによって破壊される可能性は非常に小さいです。



## 震度7直下型地震における被害事例

地表の壊滅的な被害  
に対し、トンネルの  
空洞が保たれている

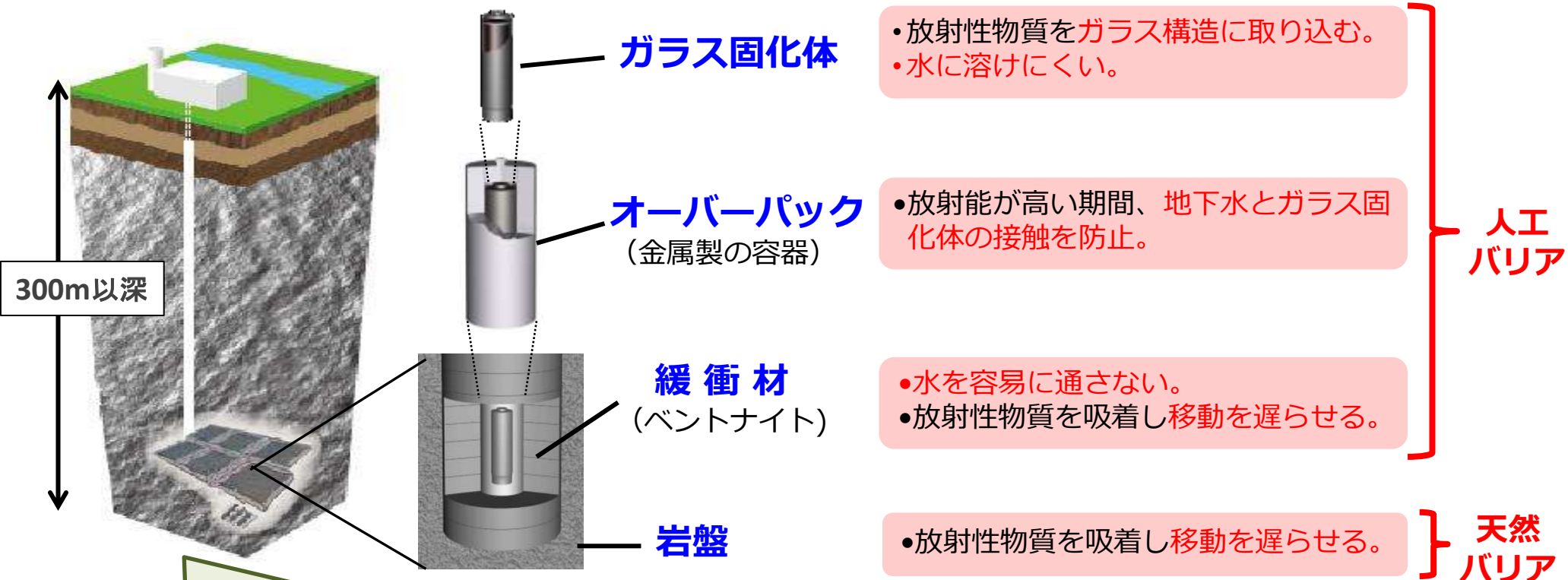


## トンネル内の被害

## 新潟県山古志村の木沢トンネル (2004年10月中越地震)

# 地下水は大丈夫なの？

人工バリアと天然バリアの多重バリアを構築することで、**地下水による放射性物質の生物圏への移動を遅らせます。**

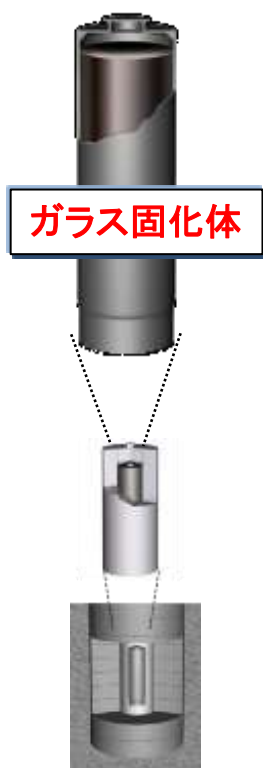


地下深部の地下水の流れは**非常に遅い性質を持っています。**  
(平均的な流速で1年に数mm程度)

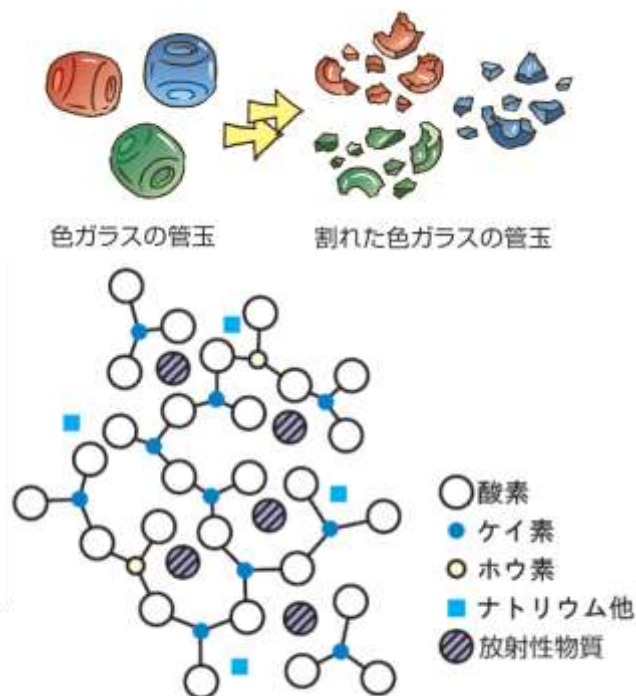


# ガラスが割れても大丈夫？

放射性物質はガラスの網目構造の中に取り込まれているため、**ガラスが割れても直ちには溶け出しません。**



## ガラスの性質



## 発掘された古代エジプト時代のガラス工芸品



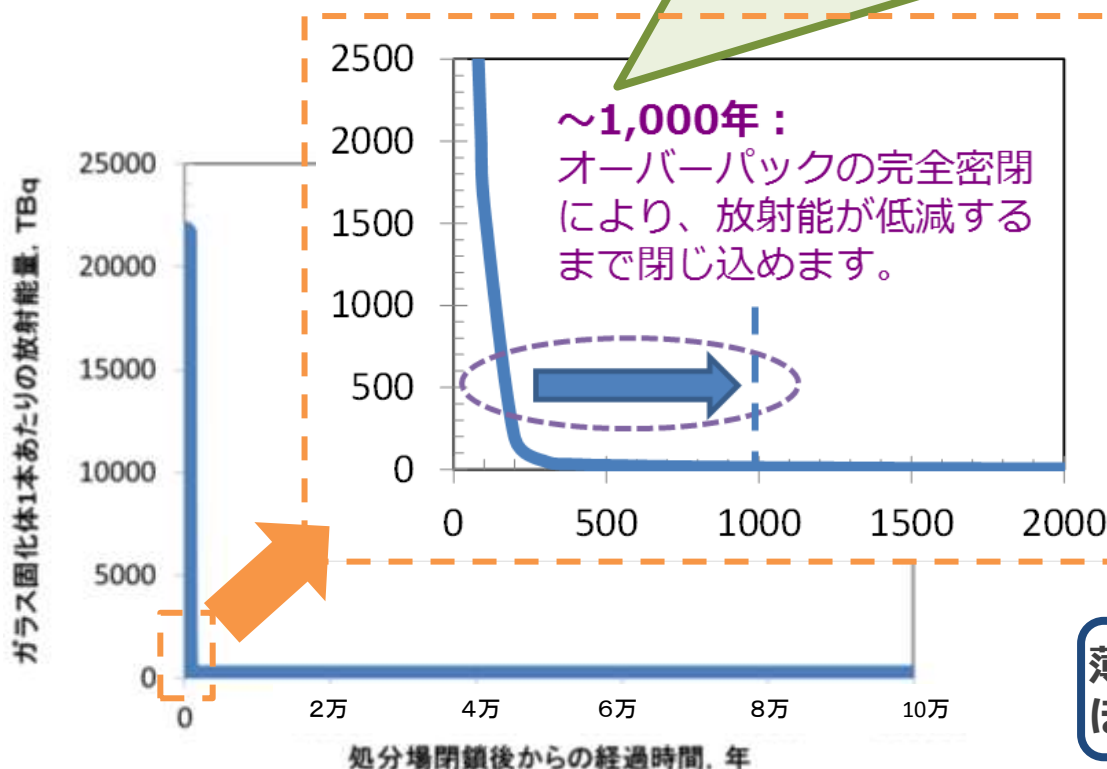
B.C.2900年頃～B.C.300年頃に製造されたガラス工芸品が色鮮やかなまま発掘された事例  
(写真提供：PPS通信社)

ガラス固化体が全て溶けるまで **7万年以上** かかると考えられています。

# オーバーパックは金属なので錆びてしまうのでは？

地下の深いところは、**酸素が非常に少ない**ため、**腐食は極めてゆっくり**としか進みません。そのため、1000年の間の腐食量は大きく見積もっても**3cm程度**です。

放射能が急激に減る**少なくとも1000年の間**、鉄製で厚さ約20cmの**オーバーパックで完全密封し、ガラス固化体が地下水に触れないように**します。



オーバーパック  
(厚さ:約20cm)

出雲大社境内遺跡から  
出土した鉄斧  
(730～750年前)



写真提供：日本原子力研究開発機構

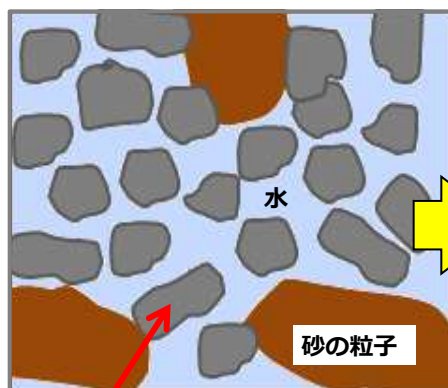
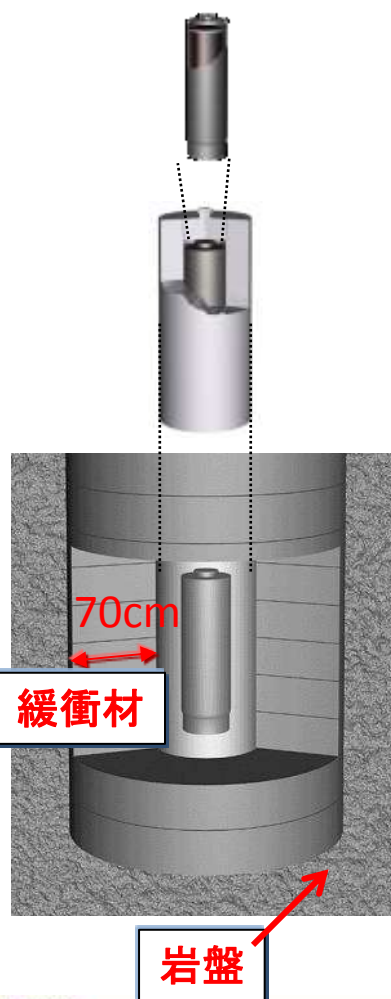
薄い錆びで覆われていましたが、  
ほぼ完全な形を残していました。

※TBq (テラベクレル) は放射能の強さを表す単位「ベクレル」の1兆倍

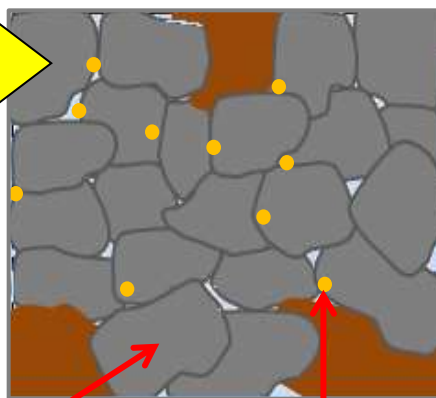
# ガラス固化体から放射性物質が溶け出したらどうするの？

緩衝材と天然バリアで**放射性物質の移動を遅らせ**、放射能が生物圏に影響のないレベルに下がるまで、しっかりと**地中に閉じ込めます**。

【緩衝材（ベントナイト）の役割】



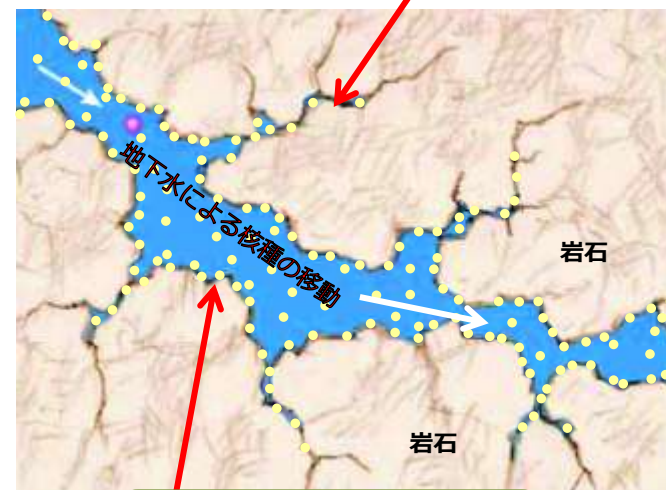
吸水によりベントナイトが膨らみ締め固まる



膨らんだベントナイトにより、**地下水の動きを抑える**。

ベントナイトに放射性物質が吸着し、**動きを遅らせる**。

【天然バリア（岩盤）の役割】



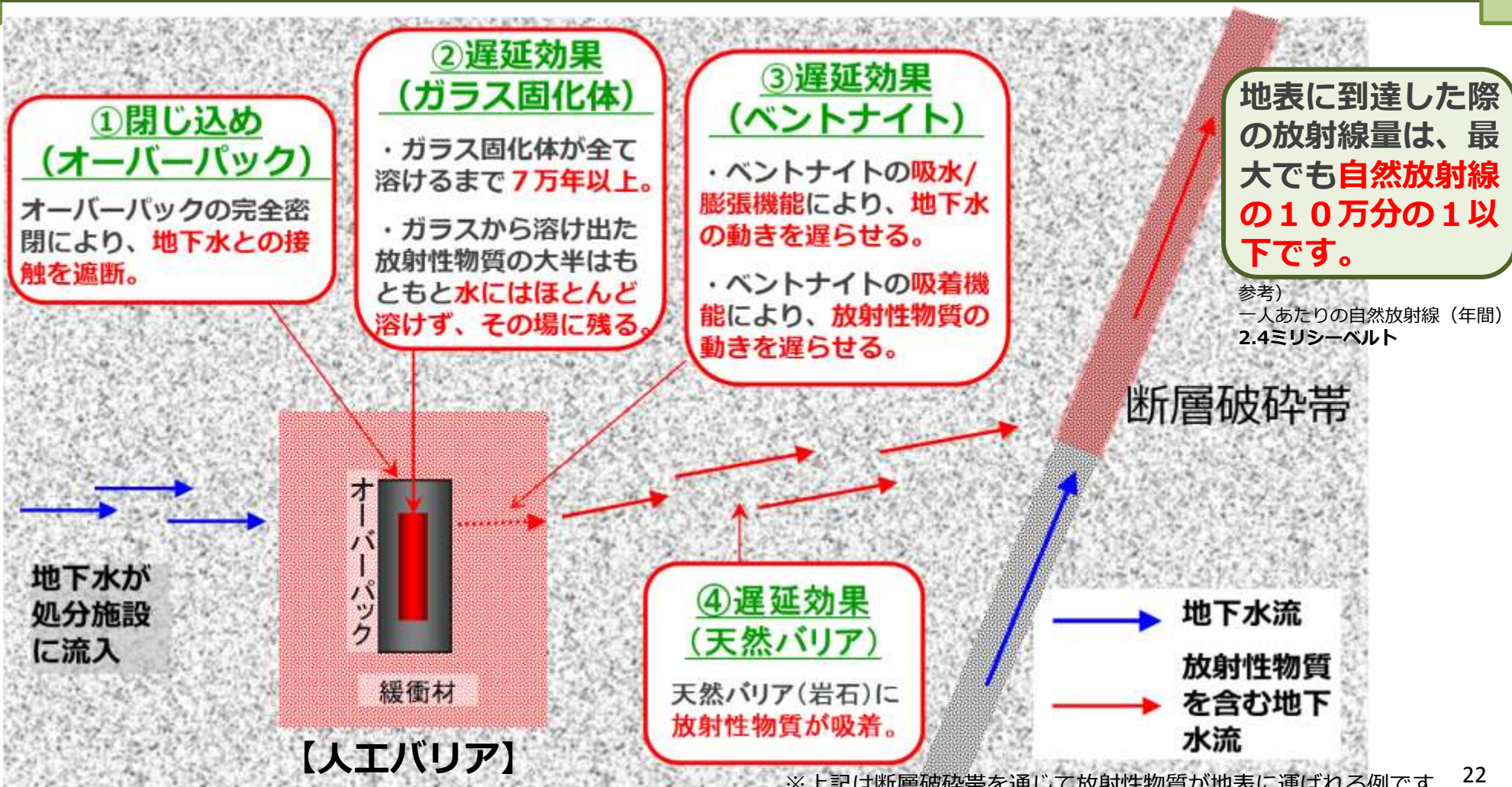
岩石中のすきまに放射性物質が入り込む。

岩石中の割れ目の表面に放射性物質が吸着し、**動きを遅らせる**。



# 放射性物質が地表まで流れてくることはないの？

人工・天然の多重バリアにより放射性物質の移動は極めて遅くなり、その間に放射能レベルが大きく減少するため、地表に到達した際の放射線量が一番高くなる**数十万年後でも、人間に影響はありません。**



※上記は断層破碎帯を通じて放射性物質が地表に運ばれる例です。 22

## 4. 地層処分はどのように進めるの？



# 地層処分場はどのくらいの大きさになるの？

ガラス固化体を**4万本以上埋設できる施設**を計画中です。

高レベル放射性廃棄物処分施設(イメージ)



モニュメント



公園



地上施設: 1 ~ 2 km<sup>2</sup>程度

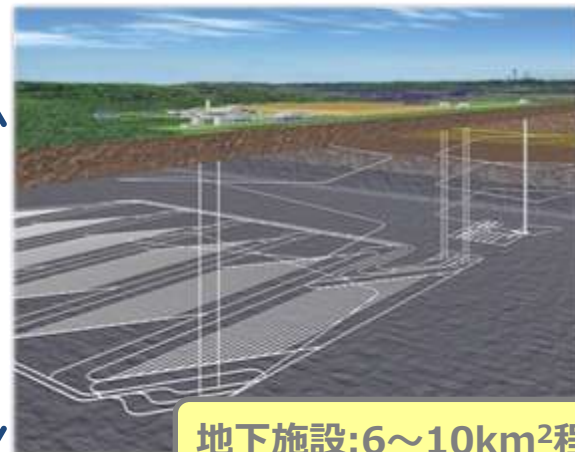


サッカーグラウンド



展望台

地下300メートル以深



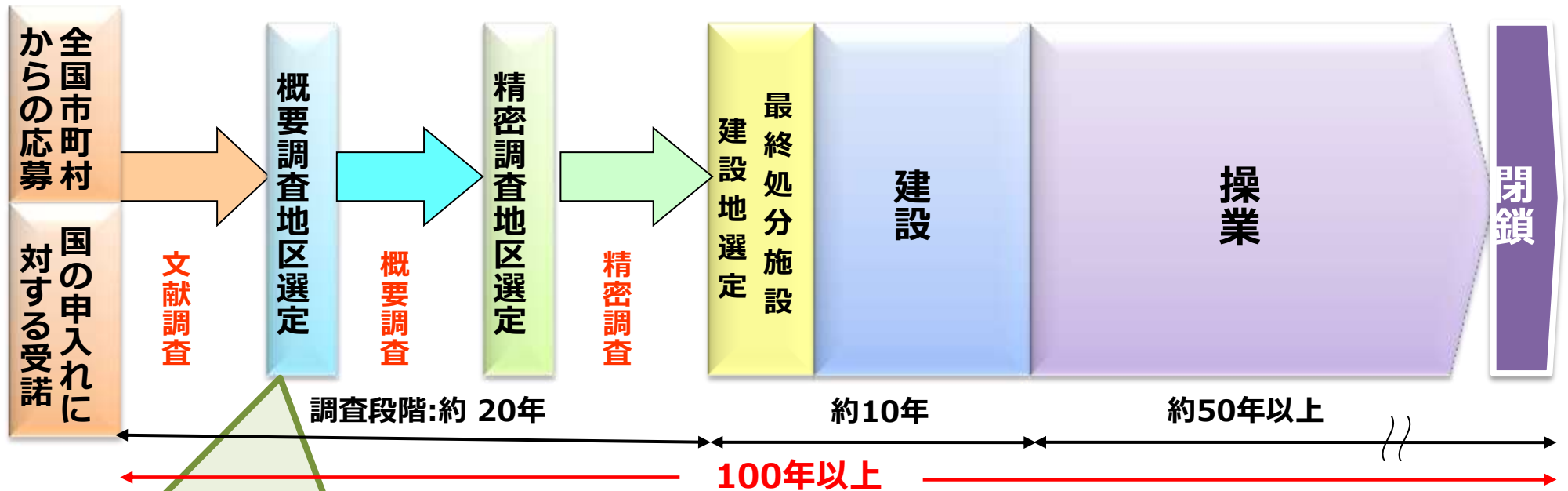
地下施設: 6 ~ 10 km<sup>2</sup>程度

□ **処分費用 約 3.5兆円** ※高レベル放射性廃棄物 (2.8兆円) と T R U 廃棄物 (0.7兆円) の合計

- 電力会社等から原子力発電による発電量等に応じて拠出金として徴収
  - ・ 法律で定められており、単価は毎年国により見直されます。
  - ・ 一家庭あたり毎月 20 円程度 (原子力発電の割合を仮に 1 / 3 とした場合)
- 拠出金は全額外部機関 (原子力環境整備促進・資金管理センター) に積立
  - ・ 国の承認のもと、必要額を取り戻して使用します。
  - ・ 拠出金の積立額は約1兆円 (2013年度末)

# 日本の地層処分はどのように進めるの？

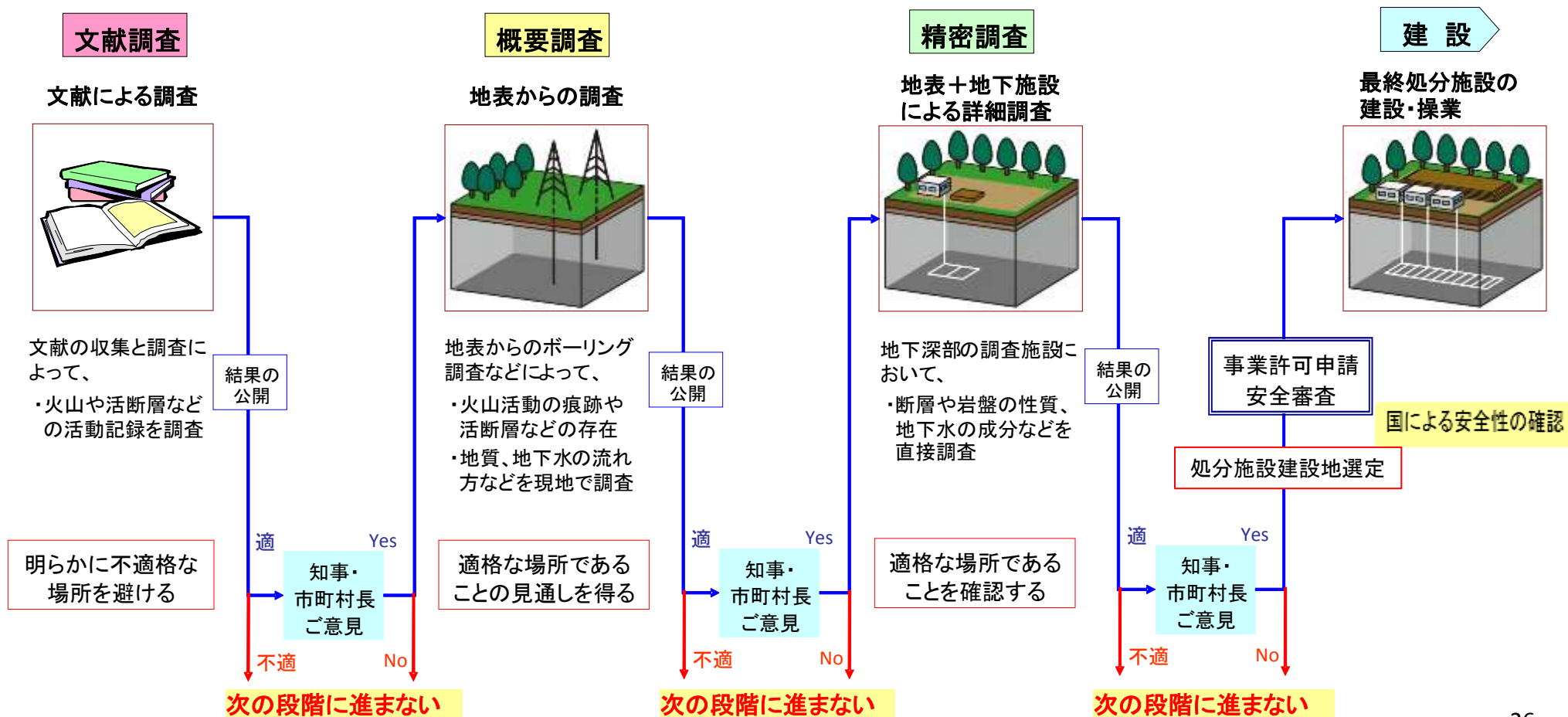
① 調査から建設・操業・閉鎖まで**100年以上に及ぶ事業**です。



## 概要調査地区選定上の考慮事項

- 活断層がある場所が含まれないこと
- 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
- 第四紀の未固結堆積物である地層ではないこと
- 経済的価値の高い鉱物資源が存在しないこと

②約20年をかけて三段階の技術的な調査を最新の手法を活用しながら行います。調査は、火山や断層、地下水のほか、地質の様々な特徴について**広範囲かつ徹底的に行います。**  
 ※各調査段階において知事や市長村長などのご意見を聴き、**反対の場合には次の段階には進みません。**



# 国において事業の見直しや安全性の再検討が行われていると聞いたのですが？

①処分地選定の調査に着手できていない状況を踏まえて、**国は二つのワーキンググループを設置**して、今後に向けた議論を行いました。

## 放射性廃棄物ワーキンググループ

### 【設置目的】

**最終処分に関する政策の再構築に向けた議論・検討を実施。**



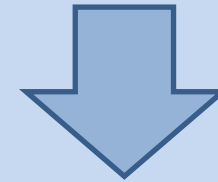
### 【結論】

- ①**可逆性・回収可能性**を適切に担保し、**将来世代も含めて最終処分の意思決定が見直せるようにする。**
- ②**科学的に適性が高いと考えられる地域を国が選定**し、**地質環境特性を科学的見地から説明し、立地への理解を求める。**
- ③多様な立場の住民が参加する**地域の合意形成の仕組み**を検討。
- ④**受入地域の持続的発展につながる支援策**を国が自治体と協力して検討、実施。等

## 地層処分技術ワーキンググループ

### 【設置目的】

**地層処分の技術的信頼性について、改めて最新の科学的知見を反映した再評価を実施。**

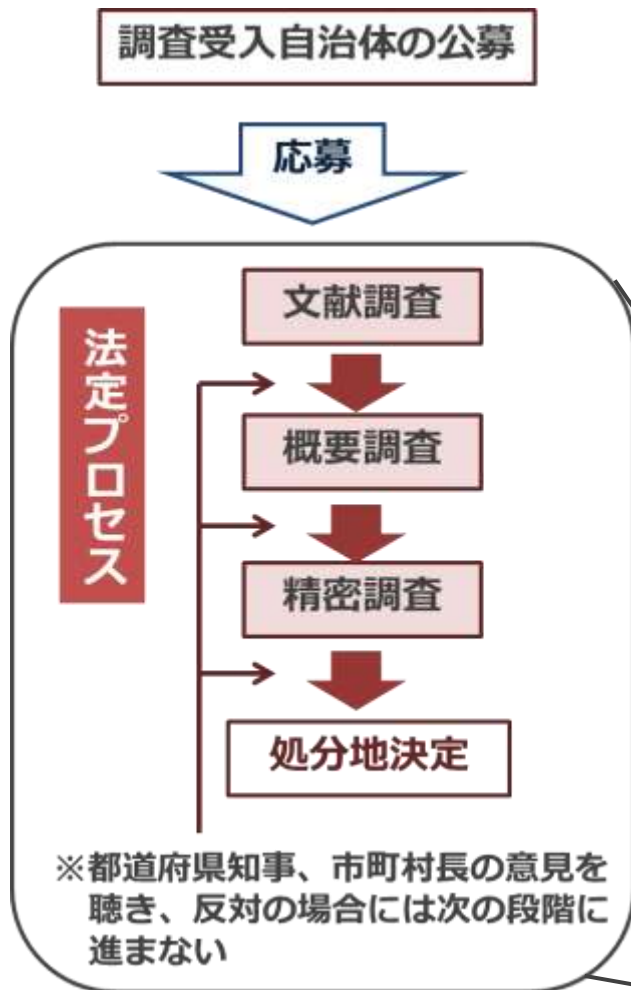


### 【結論】

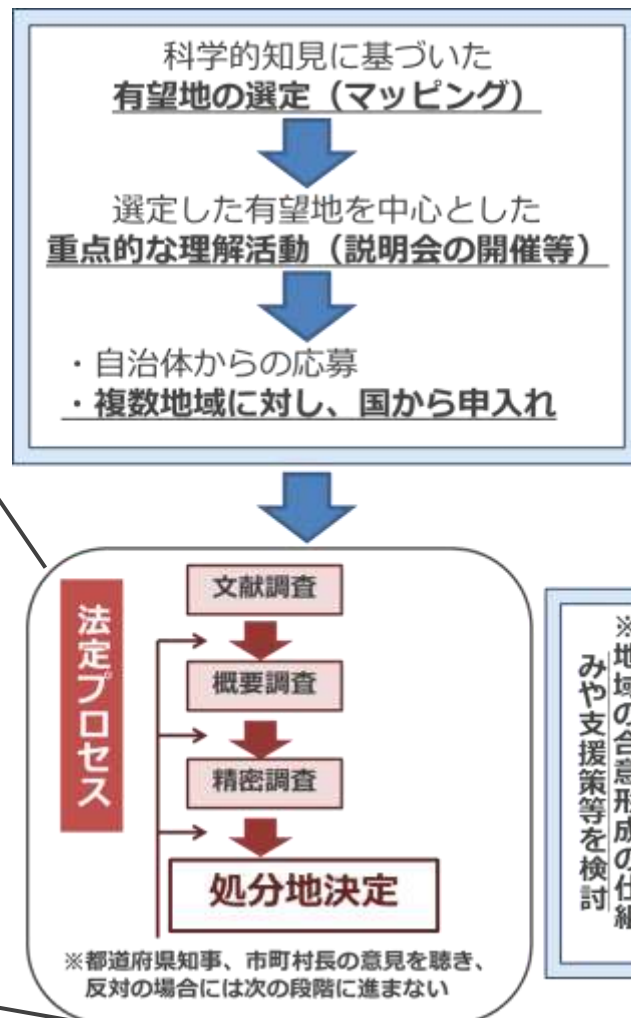
段階的な調査を適切に行うことにより、全ての天然現象の長期的変動の影響を踏まえても尚、**好ましい地質環境を長期にわたって維持できる場所を我が国において選定**できる見通しが得られた。

## ②最終処分に向けた新たなプロセスが検討されました。

### 従来のプロセス



### 加速化に向けた新たなプロセス（案）



可逆性・回収可能性を担保した取組

○代替処分オプションの調査・研究等

○地層処分の技術的信頼性の定期的評価

※下線印は、新規または強化する取組案



①電気事業者等によって設立された経済産業大臣による認可法人です。

## 原子力発電環境整備機構 (Nuclear Waste Management Organization of Japan )

### 【使命】

放射性廃棄物の地層処分を実現する

### 【基本方針】

私たちは、すべてにおいて安全を最優先します

私たちは、地域との共生を目指します

私たちは、社会から信頼される組織を目指します

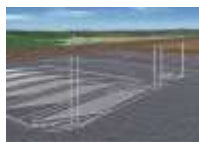
制定日：2014年10月31日

### 【業務内容】

- 概要調査地区等の選定



- 処分施設の建設・改良・維持等



- 地層処分の実施



- 処分施設の閉鎖・閉鎖後管理



## ②対話活動や技術開発に取り組んでいます。

### ～対話活動～



各地におけるシンポジウム及び  
ワークショップの開催



P R車両“ジオ・ミライ号”による巡回説明

### ～技術開発～



スウェーデン S K B  
社との共同研究



海外の専門家との  
意見交換会の開催

### 国内外との共同研究等

- ・ ANDRA（フランス）
- ・ DOE（米国）
- ・ KORAD（韓国）
- ・ NAGRA（スイス）
- ・ NDA（英国）
- ・ POSIVA（フィンランド）
- ・ SKB（スウェーデン）
- ・ 台湾電力公司（台湾）
- ・ 電力中央研究所
- ・ 日本原子力研究開発機構
- ・ 東京工業大学

### ③ 「地域の一員」 としてまちづくりのお役にたちたいと考えています。

#### NUMOの基本姿勢

処分事業は、100年以上の長期にわたります。

NUMOは「地域の一員」として共に考え、共に行動します。

#### まちづくりを意識した事業展開

- 相互理解促進
- 地域の長期ビジョン等の策定・実現
- 事業の本格化とまちづくり方策の充実
  - ＜施設建設後の地域への波及効果＞
    - ・ 資材調達など地元発注の増加
    - ・ 建設・操業に伴う雇用の増加
    - ・ 施設設置に伴う固定資産税収の増加

#### 国の支援策

社会全体の利益を地域に還元するため、**受入地域の持続的発展につながる支援策を国が自治体と協力して検討し、実施します。**



## ④ 皆さまのニーズに沿うかたちでまちづくりが進むようお手伝いをさせていただきます。

### 【まちづくりの一例】



#### ☆ 地場産業の活性化

#### 働く場所の増加、若者の定住

- ・ 農業や漁業の振興
- ・ 加工施設の拡充

#### ☆ 高齢者福祉の充実

- ・ 訪問介護の充実
- ・ 老人ホームの新設・改修



#### ☆ 子育て支援の充実

- ・ 保育所の新設・改修
- ・ 保育時間の延長

#### ☆ 災害に強いまちづくり

- ・ 学校・公共施設の耐震補強
- ・ 防災無線の拡充

#### ☆ 便利な暮らし

- ・ お買い物バスの導入
- ・ 図書館・スポーツ施設の整備