

# NUMOに対するQ&A

平成26年1月25日(土)

- ① 現在、高レベル廃棄物は我が国にどのくらいの量があるのか。
- ② 現在、日本にある高レベル廃棄物はどのように処理しているのか。
- ③ 中～低レベルの廃棄物は、どのように処理をするのか。
- ④ 福島原発の事故による放射性廃棄物はどう処分していくのか。

処分工場、地層処分場をつくるための

- ⑤ 費用、維持管理費用はいくらかかり、  
誰が負担するのか。

(水力発電、新エネルギー等の方が、  
コストが安くないか?)

現在のように高レベル廃棄物の処分方法を決

- ⑥ めないでいた場合、  
いつまで現状を保ち続けられるか。

(現状の六ヶ所村、東海村の一時貯蔵  
だけでも、すぐ限界が来ないか)

- ⑦ 地層処理場は、どのような手続きで  
決めようとしているのか。  
(地域住民へのコンセンサスを  
どのように図ろうとしているのか。)  
(タイムスケジュールは、  
どうなっているのか。)
- ⑧ 数万年単位の管理を  
誰が責任を持っておこなうのか。

⑨ なぜ埋める深度は、地下300mなのか。

⑩ ガラス固化体の作成は、  
いつまでの外国への委託なのか。

ガラス固化体周囲のモニタリングは

⑪ どのようにしていくのか。  
また、データの公表は行うのか。

マグマが地下処分場に侵入してきたとか

⑫ 大きい地震が来たなど、  
自然災害の影響はないのか。

⑬ 地層処分したものが地上に出てこない保  
証はあるのか。

- ⑭ 計画の変更や見直しが可能なのか。  
(新しい技術が開発されたり、  
予想外の事実に出会ったとき…)
- 放射性廃棄物の問題を国民各自が  
⑮ 考えていくために、教育にどのように  
アプローチしようとしているのか。  
(文部科学省との関係づくりを  
行っているのか…)

# エネルギー—環境教育 教職員セミナー

2014年1月25日



# 高レベル放射性廃棄物の地層処分に関するご質問

1. 放射性廃棄物の種類と処分方法
2. 高レベル放射性廃棄物とは？
3. 地層処分場について
4. 地層処分の考え方
5. 合意形成に向けた取り組み
6. 学校教育について

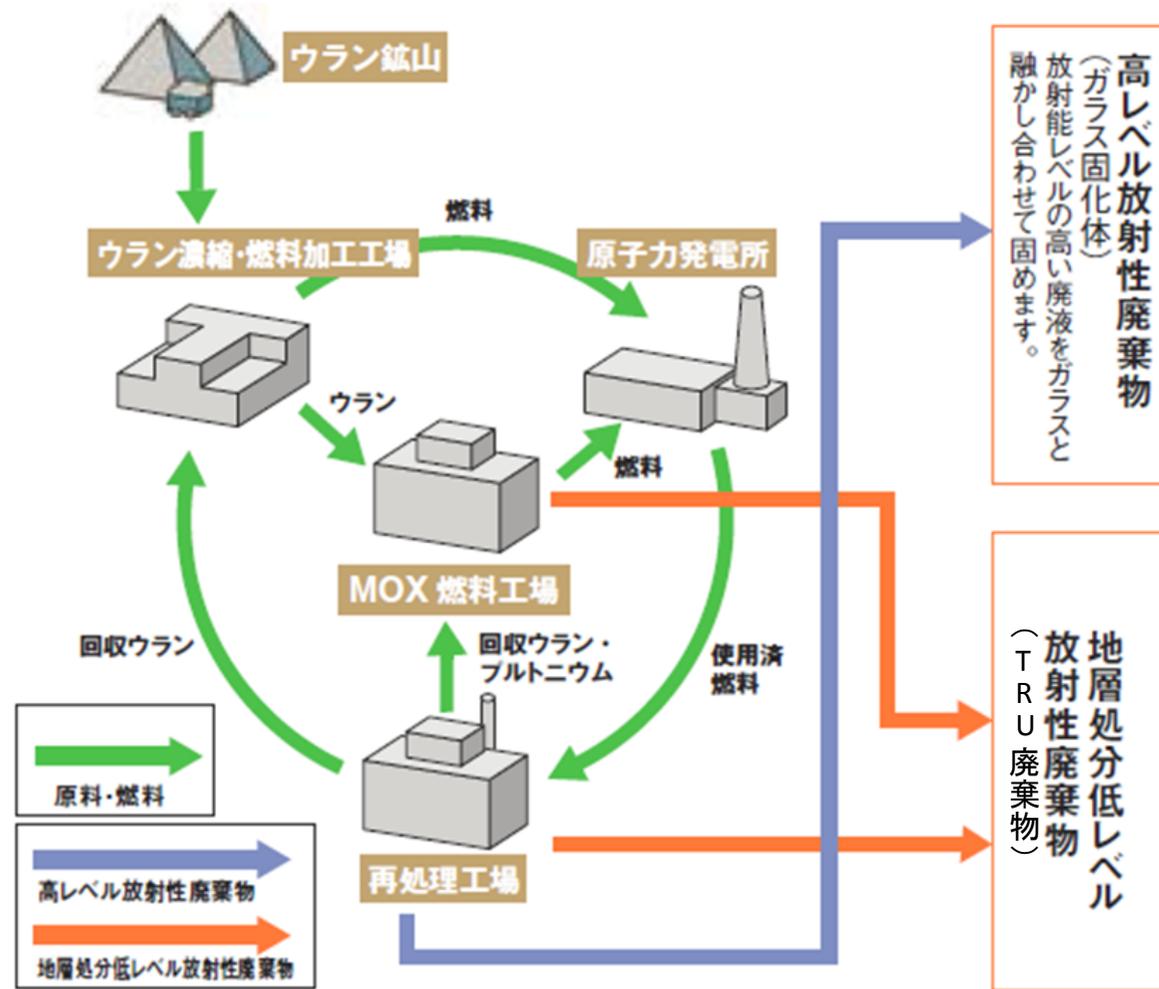


# エネルギー環境教育 教職員セミナー

## 1. 放射性廃棄物の種類と処分方法

# 放射性廃棄物の種類

## 使用済燃料を再利用する原子燃料サイクル



## ★指定廃棄物

原発事故により放射性物質に汚染された廃棄物

処分実施主体:

**国 (環境省)**

(対象、区域や放射能レベルに応じて)



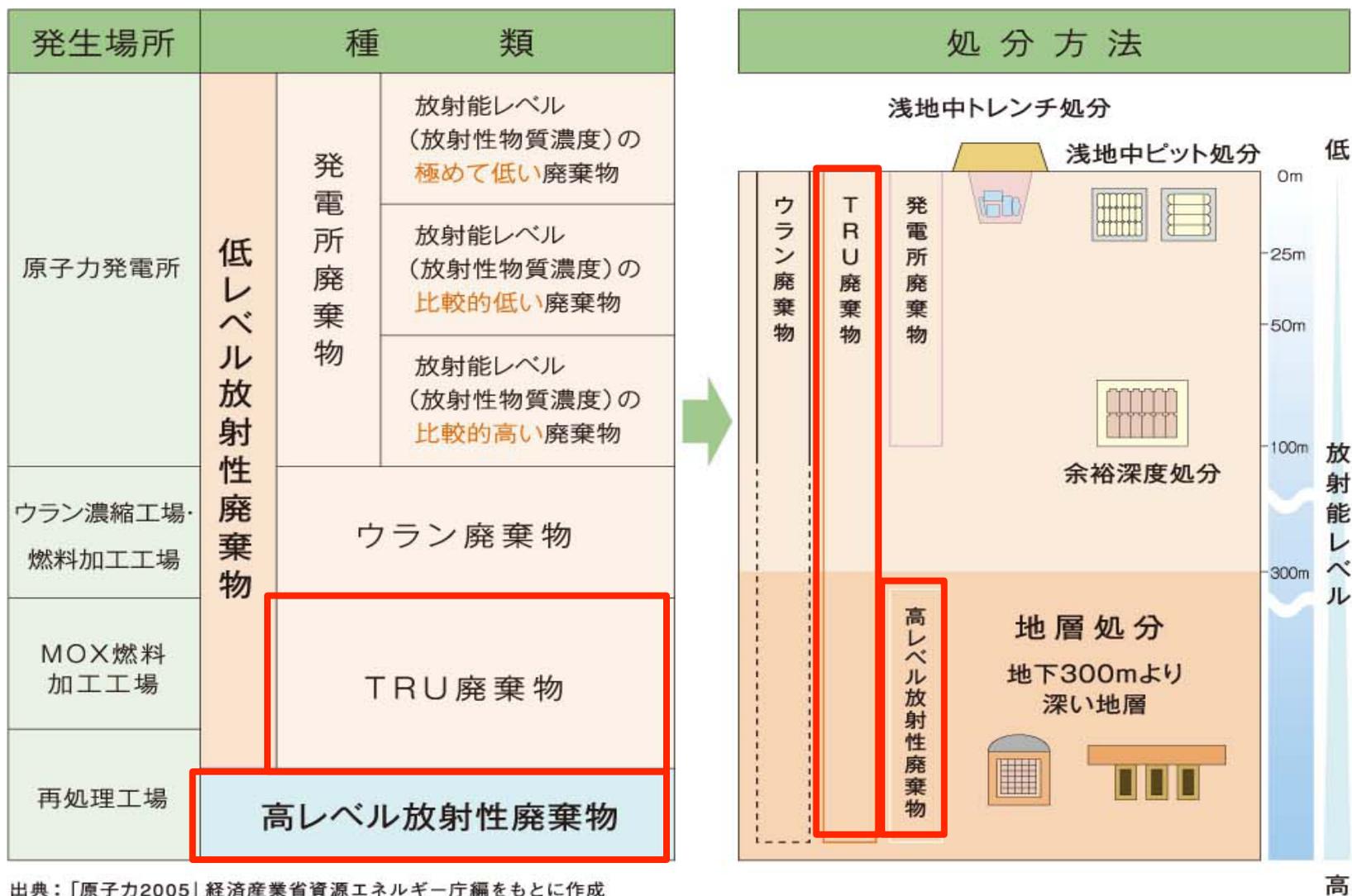
処分方法・処分場所:

栃木、茨城、群馬、千葉各県 - 新設  
岩手、新潟、東京 - 既存施設で  
最終処分する予定。

福島県の処分先(福島県外) は未定。

**Q1. 中・低レベル放射性廃棄物はどのように処分していくのですか。**

# 低レベル放射性廃棄物の特徴と処分方法



- TRU廃棄物は、再処理工場とMOX燃料工場から発生するさまざまな放射性廃棄物の一部で、地層処分を必要とする廃棄物となります。また、放射線量が低く、発熱量も小さいが、半減期（放射能の量が半分になるまでの時間）が長い特徴を持ちます。

**Q2. 福島原発の事故による放射性廃棄物はどのように処分をするのですか。**

# 指定廃棄物の種類と処分方法

## 指定廃棄物

原子力発電の事故により放射性物質に汚染された廃棄物

処分実施主体: **国（環境省）**



焼却灰



浄水発生土



農林業系副産物(たい肥)



農林業系副産物(稲わら)



下水汚泥

出典: 環境省 指定廃棄物処理情報サイト

## 【指定廃棄物の処分方法】



※1: 放射性物質汚染対処特措法で安全確保のための基準(焼却灰のセメント固型化など)が決まっています。

※2: 国が新たに最終処分場を設置する場合は遮断型構造を有する処分場を設置します。

※3: 公共の水域及び地下水と遮断されている場所への埋立とします。また、福島県では中間貯蔵施設保管されます。

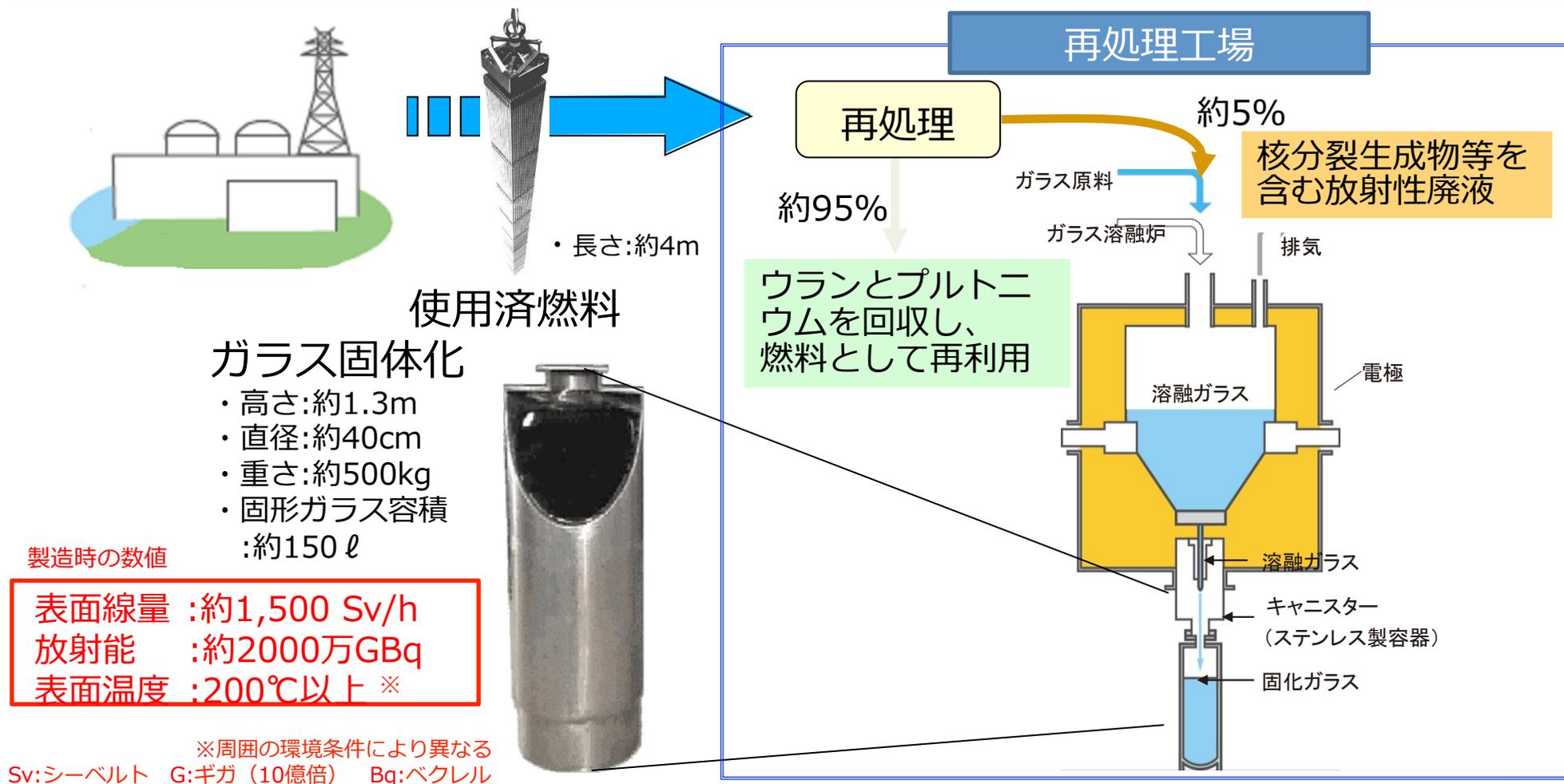


# エネルギー環境教育 教職員セミナー

## 2. 高レベル放射性廃棄物とは？

# 高レベル放射性廃棄物とその特徴

- 高レベル放射性廃棄物は、原子力発電所から出る使用済み燃料を再処理工場で再処理してウランとプルトニウムを取り出した後、残った核分裂生成物などを含む廃液をガラスと融かし合わせ固化体にしたもの
- 放射線量が高く、発熱量が大きい



Q3. 現在、高レベル放射性廃棄物は我が国に  
どのくらいの量がありますか。

# 高レベル放射性廃棄物の発生量と貯蔵管理状況

## 高レベル放射性廃棄物の発生量

貯蔵管理中

約 **2,035** 本

(平成25年11月末)

既に

約 **24,800** 本相当

(平成25年11月末)

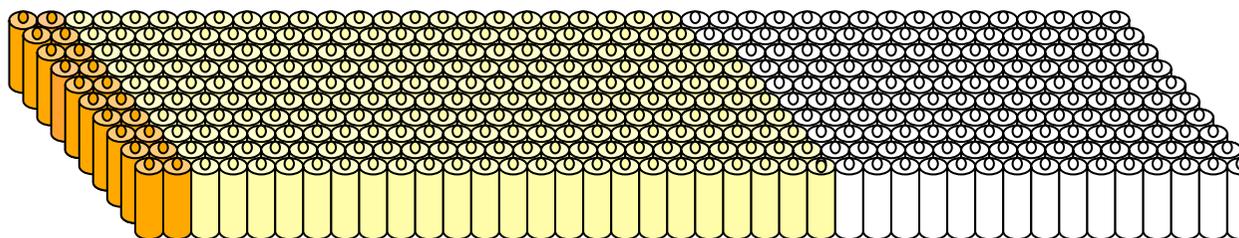
発電所の稼働状況に  
応じて増加

将来発生累計

約 **40,000** 本

(現行計画では平成33年頃)

 = ガラス固化体  
100本



日本原燃(株) 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(株)



日本原燃(株) 使用済燃料貯蔵プール

Q4. ガラス固化体の再処理は、いつまで  
外国へ委託するのですか。

# 再処理の委託状況について



フランスからの返還廃棄物

高レベル放射性廃棄物  
ガラス固化体

**1,310本**



高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター

【返還分】  
フランス（終了）

1,995年4月～2,007年3月末：**1,310本**

イギリス

2010年3月から返還開始：**132本**  
※2013年2月時点



イギリスからの返還廃棄物

高レベル放射性廃棄物  
ガラス固化体

**約830本**



今後は、六ヶ所村の再処理工場で使用済み燃料の再処理を行うことになり、海外に委託する予定はありません。

(JFNLホームページ参照)

**Q5. 現在、日本にある高レベル放射性廃棄物はどのように処分しているのですか。**

# 高レベル放射性廃棄物の貯蔵方法

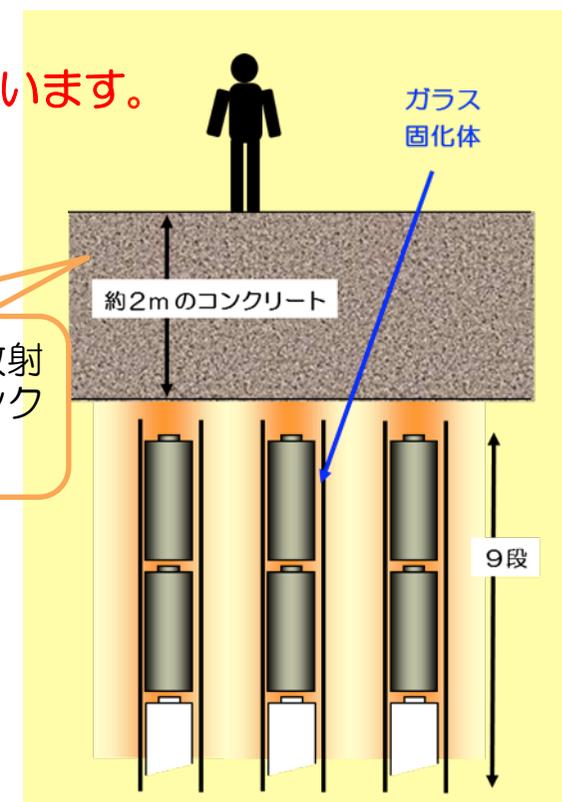
安全に処分できる温度に下がるまで高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターに保管

ガラス固化体から出る放射線は、コンクリートにより安全に遮蔽されています。



ガラス固化体からは強い放射線が出るが、約2mのコンクリートで十分遮蔽できる。

30～50年貯蔵。この間に放射線量は1/10、発熱量は1/3～1/4に減少。



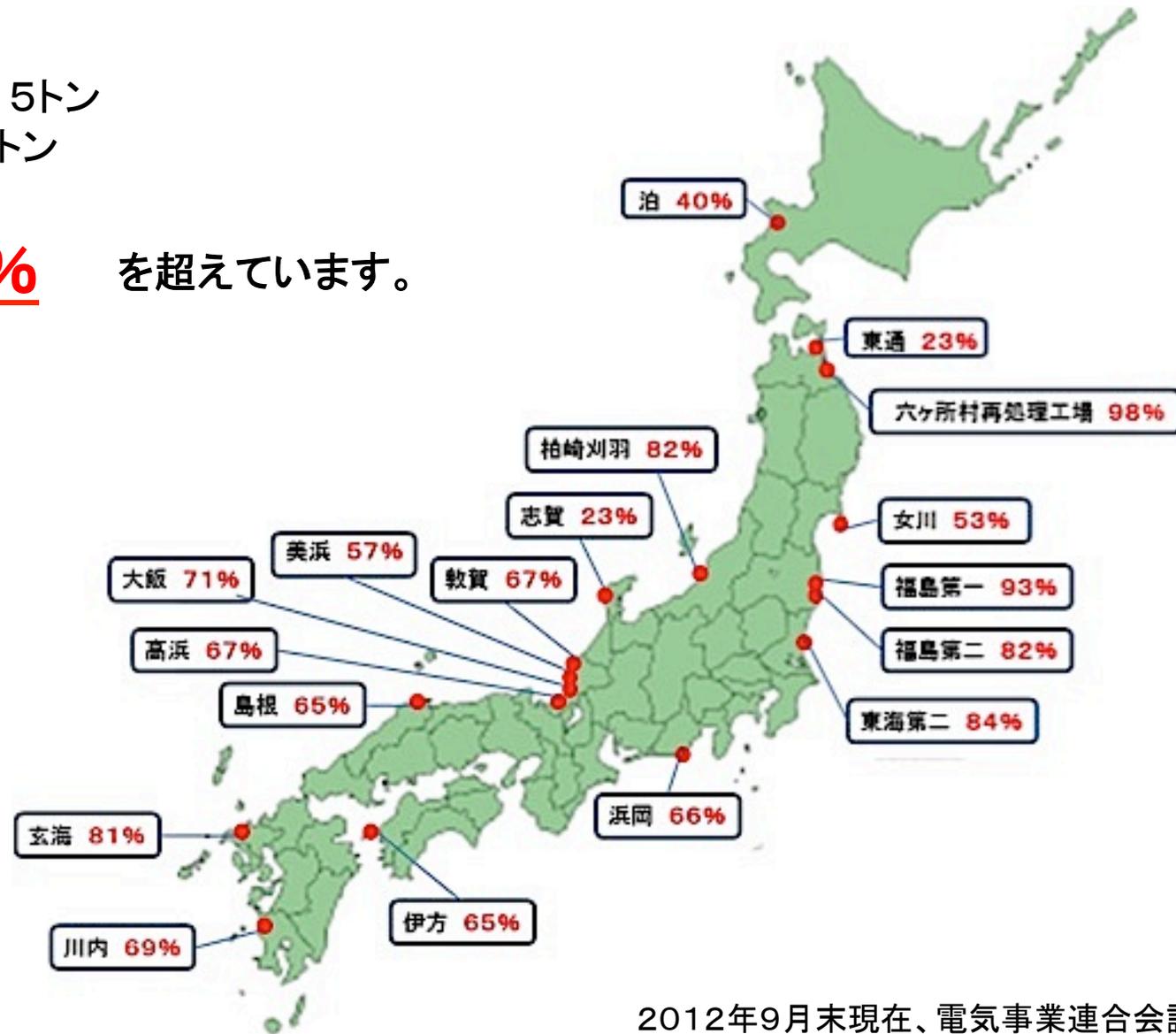
日本原燃(株) 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター (青森県六ヶ所村)  
写真提供: 日本原燃(株)

**Q6. 現在のように高レベル放射性廃棄物の処分地を決め  
ないでいた場合、いつまで現状を保ち続けられるのか。**

# 日本の使用済燃料の貯蔵容量に対する貯蔵量の割合

貯蔵量合計： 1万7,315トン  
貯蔵容量： 2万3,630トン

※占有率は既に **73%** を超えています。



2012年9月末現在、電気事業連合会調べ



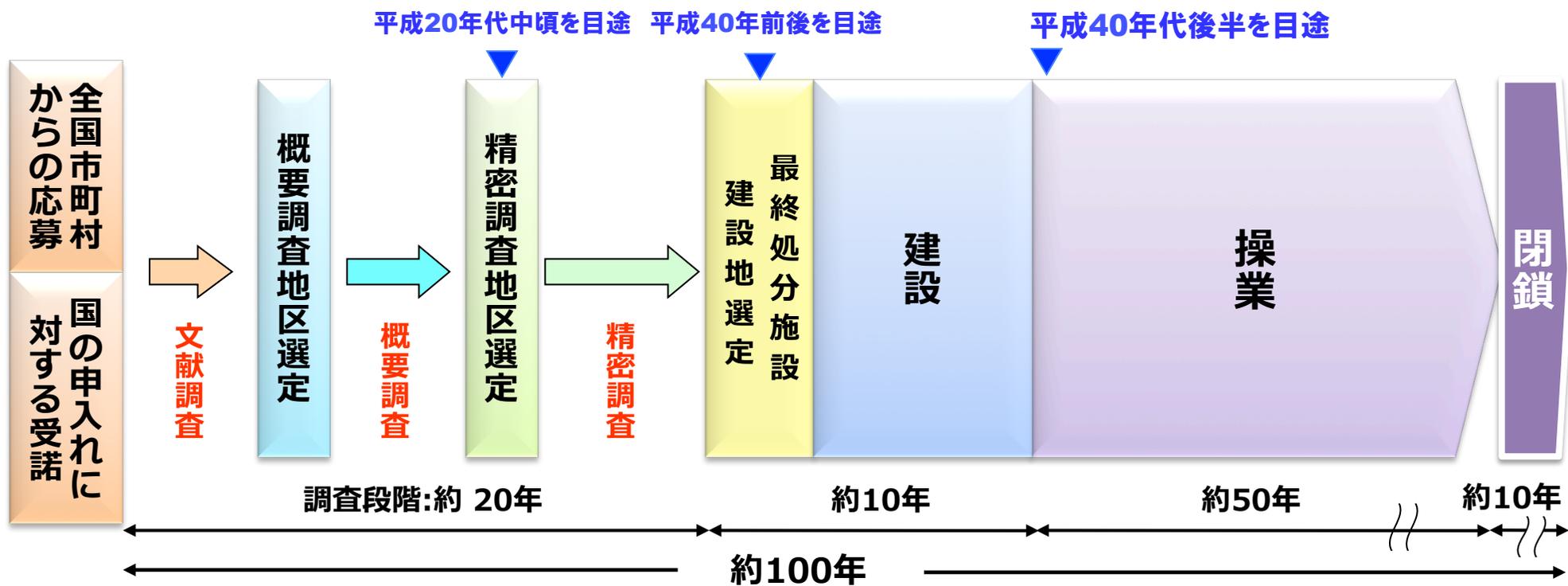
# エネルギー環境教育 教職員セミナー

## 3. 地層処分場について

**Q7. 地層処分場はどのような手続きで決めようとしているのですか。**

# 事業スケジュール

- ・ 処分事業は、建設地選定に向けた3段階の調査から、施設建設、操業、閉鎖・閉鎖後の管理まで、約100年に及ぶプロジェクトです。  
→NUMOは自ら事業を中止することはありません。また、万一、NUMOが事業を継続できない場合は、経済産業大臣（国）が事業を行います。
- ・ 閉鎖後の管理は技術的には不要ですが、跡地の利用やモニタリングの方法等について地域の方々と相談のうえ決定します。



**Q8. 地層処分場をつくるための費用、維持管理費用は？  
また、誰が負担するのですか。**

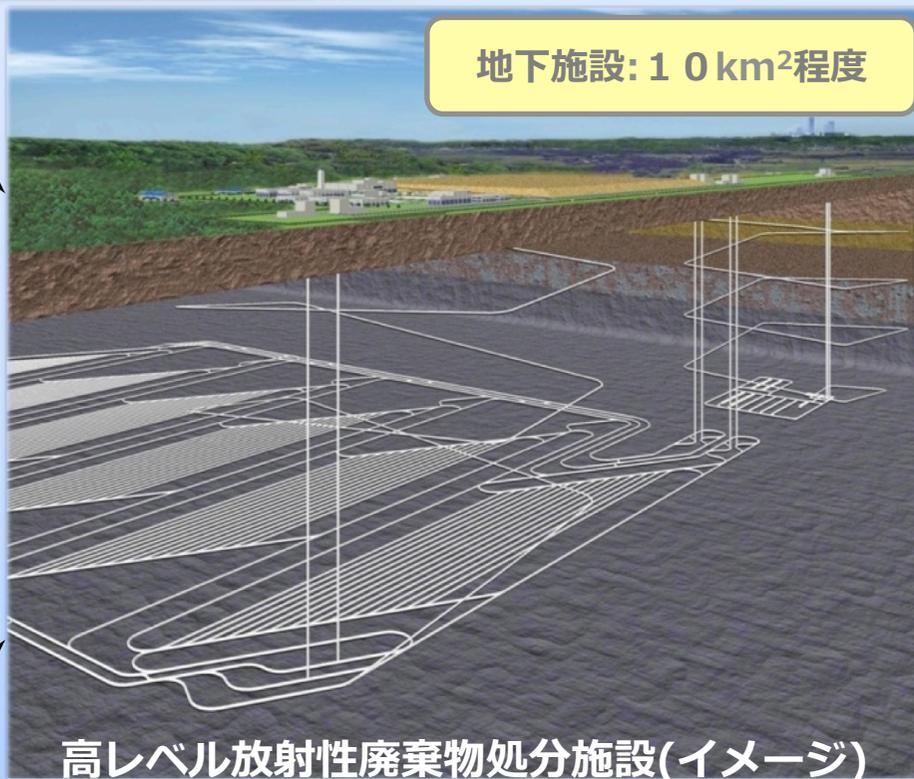
# 処分場のイメージ

事業の詳細は地質の状況等に応じて決定されます。



地上施設: 1 ~ 2 km<sup>2</sup>程度

※ 1 km<sup>2</sup> = ディズニーリゾート  
(ディズニーランド&シー)



地下施設: 10 km<sup>2</sup>程度

地下300メートルより深い  
(東京タワー 333m)

高レベル放射性廃棄物処分施設(イメージ)

## p 処分場の規模

○高レベル放射性廃棄物 (ガラス固化体)  
を **4万本以上** 処分できる規模

## p 処分費用 約3兆円

○電力会社等から拠出金として徴収  
ü法律で定められている  
ü単価は毎年見直し

○拠出金は皆さんに負担いただいています。  
ü一家庭あたり毎月20円程度

○拠出金は全額外部機関に積立  
ü国の承認のもと、必要額を取り戻して  
使用します。

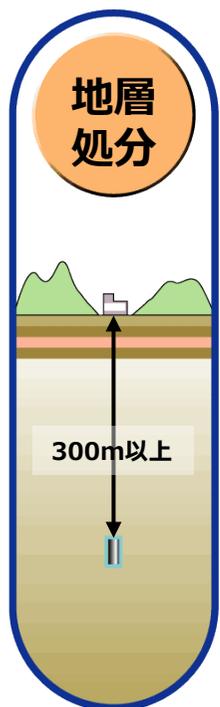


# エネルギー環境教育 教職員セミナー

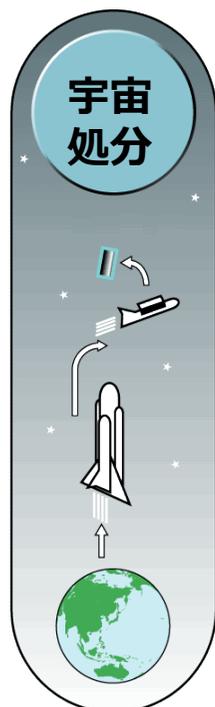
## 4. 地層処分の考え方

# 国際的に議論されてきた処分方法

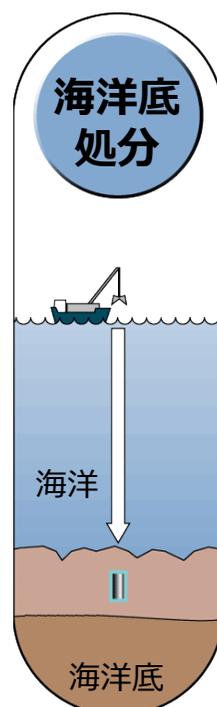
- 地層中への処分は、地下資源などが長期間保存されてきた多数の実例があり、実現可能性が高い
- 宇宙空間への処分は、発射技術等の信頼性に問題がある
- 海洋底の下への処分は、海洋投棄を規制しているロンドン条約により禁止されている
- 極地の氷床への処分は、南極条約により禁止されている。  
また、氷床の特性解明が不十分である



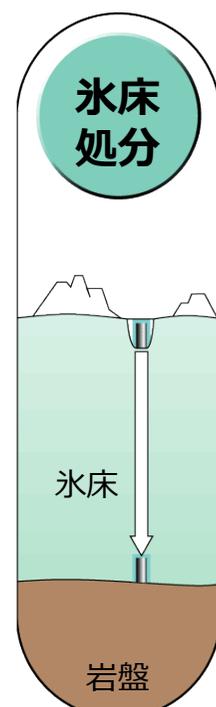
地層が本来もっている物質を閉じ込める性質を利用



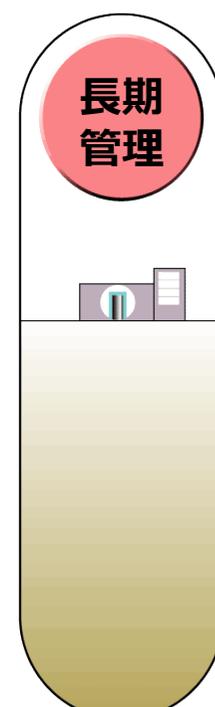
発射技術等の信頼性に問題がある



海洋投棄を規制しているロンドン条約により禁止



南極条約により禁止  
氷床の特性等の解明が不十分



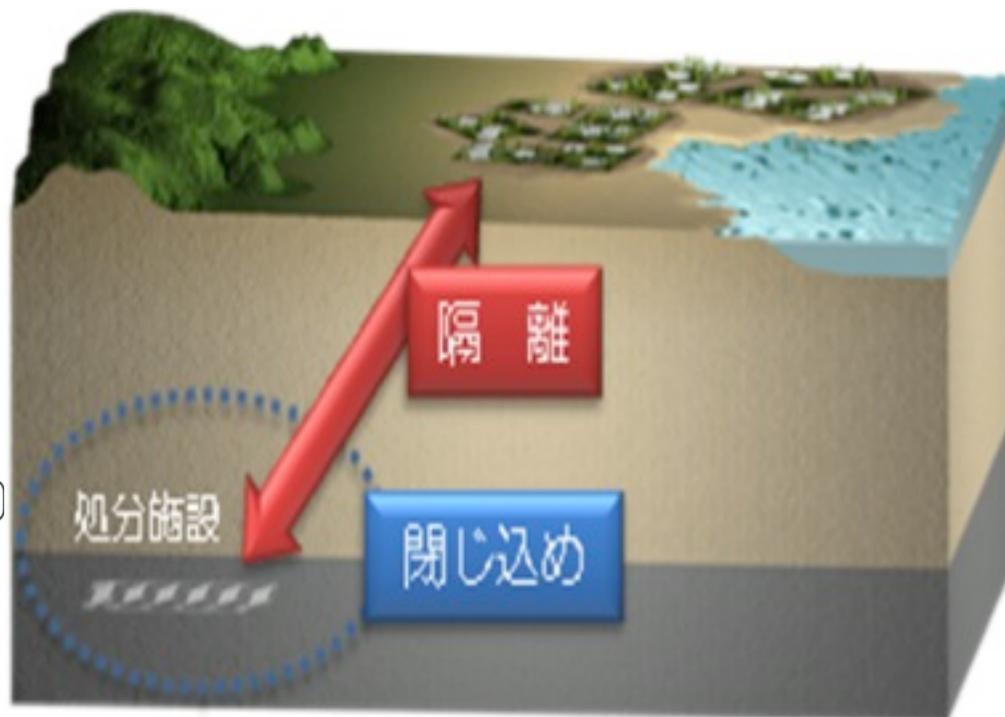
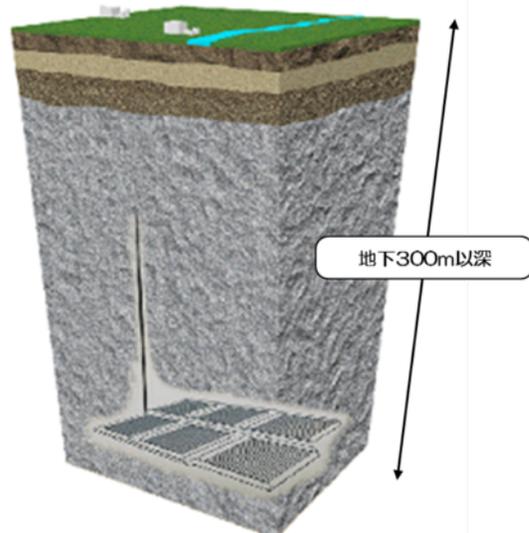
人間による恒久的な管理は困難  
将来の世代にまで監視の負担を負わせる

# ■ 地層処分とは？

## 閉鎖後の長期安全を確保

放射性廃棄物が処分場閉鎖後の遠い将来にわたって、人間とその生活環境に影響を及ぼさないようにすること

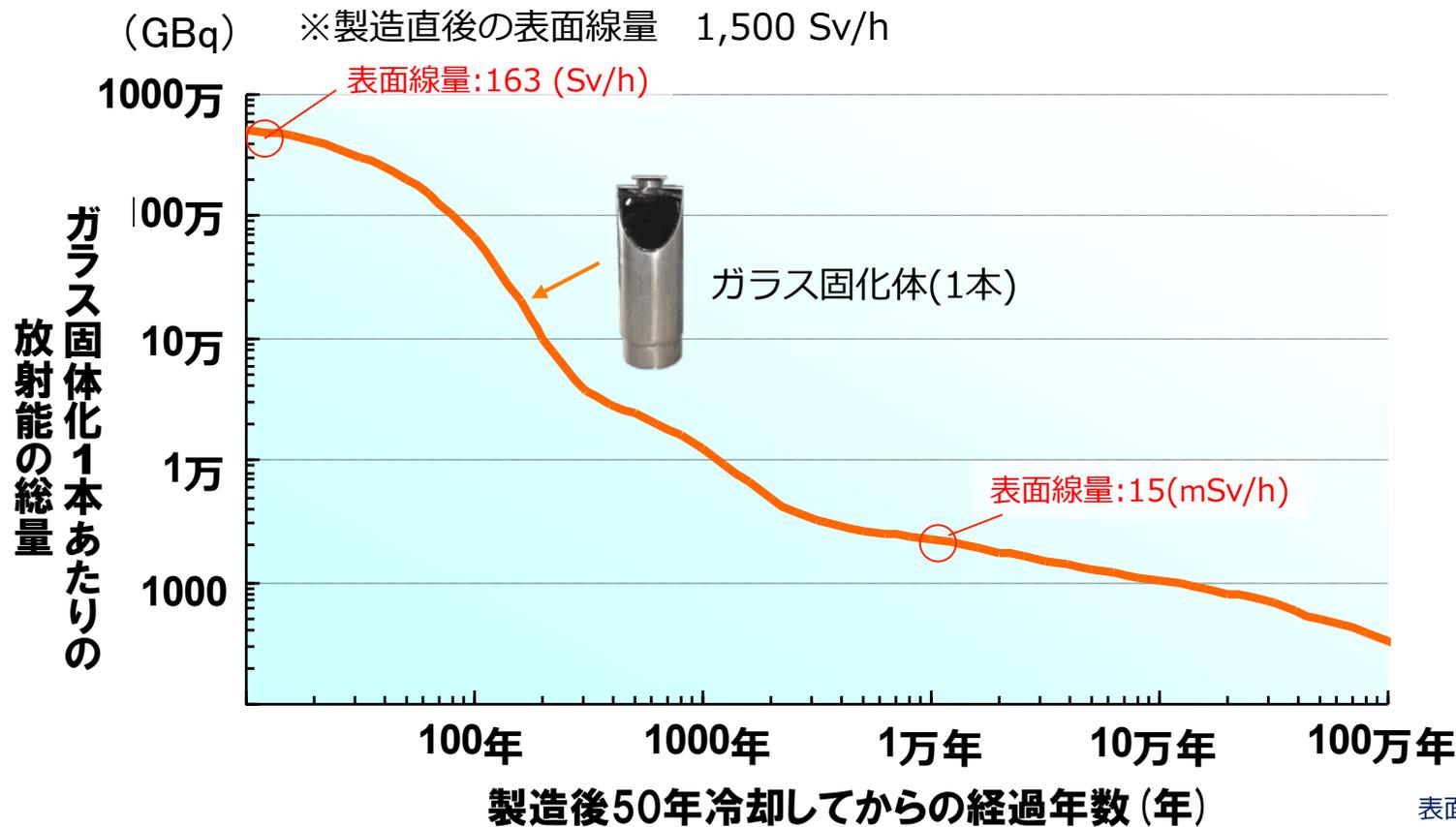
- 人間の生活環境から**隔離する**
- 放射性廃棄物を地下300mよりも深い安定した地層中（岩盤）に**閉じ込める**



**Q9. 数万年単位の管理を誰が責任を持って行うのですか。**

# ガラス固化体の放射能量の推移

- ・ガラス固化体の放射能は製造時には非常に高いが、時間とともに減っていく
  - ・しかし、それには長い時間を要し、放射能は非常に長期間残る
- ⇒ その間の人間社会の変化を予測することは困難なので、人間による管理が失われても問題とならない地層処分が世界共通の認識となっています。



表面線量の計算結果は、核燃料サイクル開発機構（現 日本原子力研究開発機構）研究報告（2003）、JNC TN8400 2003-022を参照した。

**Q10. 自然災害の影響は？**

**Q11. ガラス固化体が地上に出てこない保証はあるのか。**

# 日本の地質環境を考慮した対策

- ・日本は火山や地震が多く、地下水が豊富といった特徴がある
- ・これらに対処するために適切な処分施設建設地を選定し、工学的な対策を講じることで対応可能

- ①火山・地震・断層が多い
- ②隆起・侵食の懸念

日本の地質環境

地下水が豊富

- ①処分施設の破壊
- ②地上への露出

安全性への影響

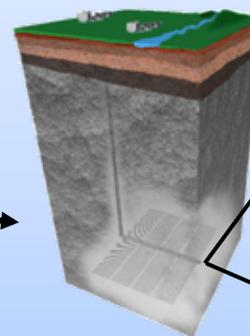
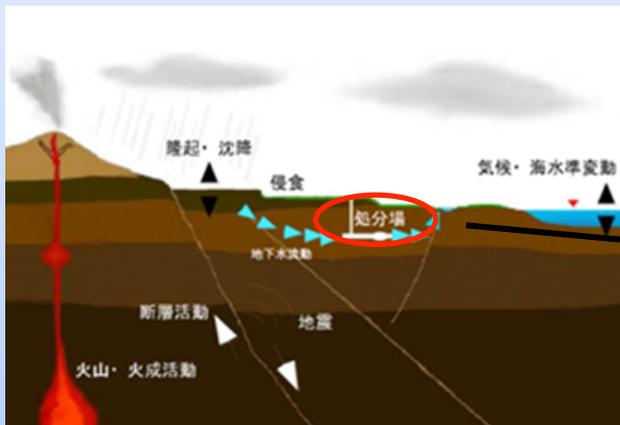
地下水による放射性物質の移動

対策

- ①火山や断層等を避ける
- ②隆起・侵食の時間スケールを考慮し深度を設定することで、地層処分にとって安定な場所を選定

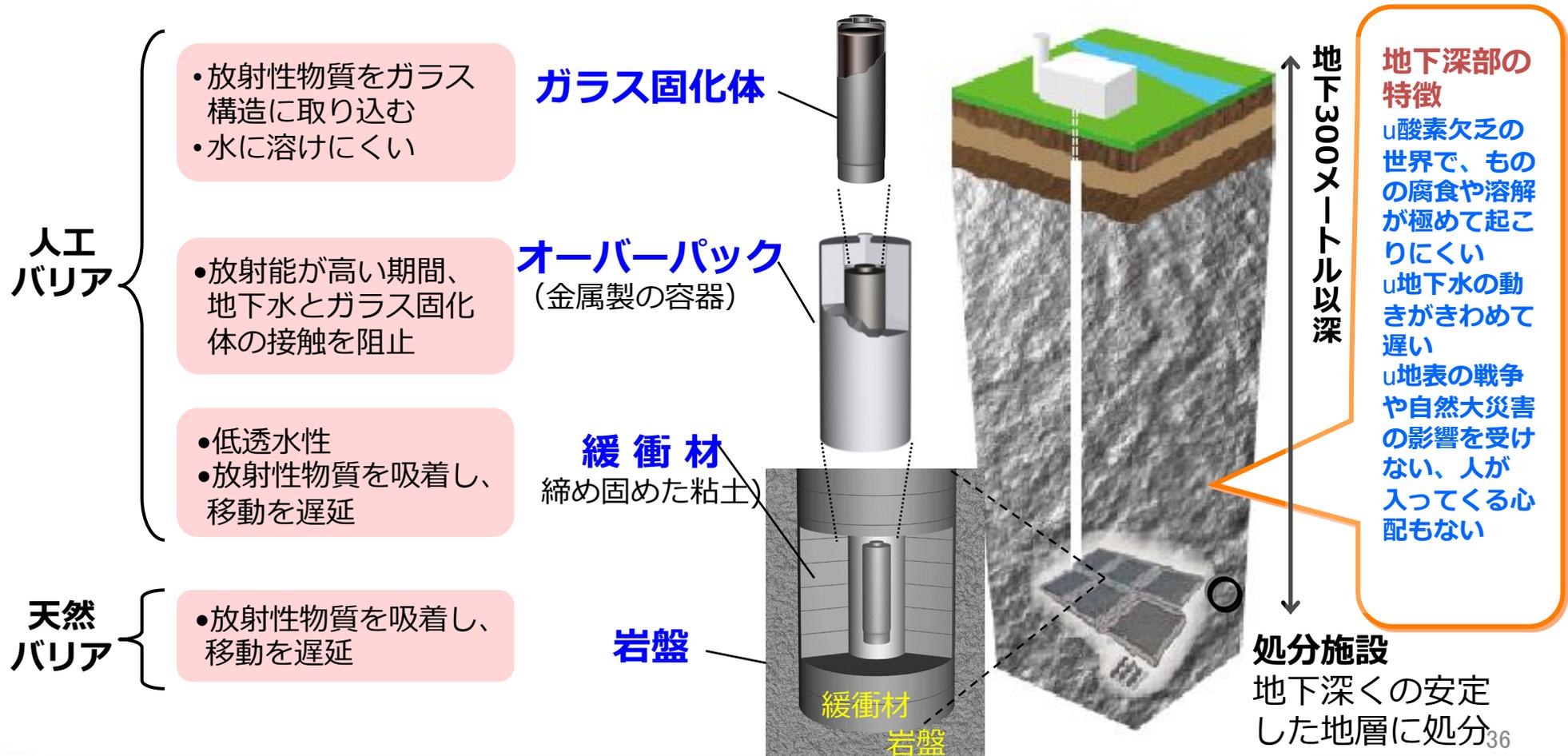
適切な多重バリアシステムを構築

(工学的な対策)



# 放射性物質を閉じ込める多重のバリア～ 地層処分の仕組み ～

- 放射能が人間に影響を及ぼさないレベルに下がるまで放射性物質を長期間閉じ込めるために、多重のバリアを施す。
- 多重バリアは、ガラス固化体、オーバーパック(金属製容器)、緩衝材(締め固めた粘土)からなる人工バリアと、厚い岩盤による天然バリアから構成。



# ①ガラス固化体の役割(人工バリア)

◆ガラス固化体は、放射性物質を閉じ込める役割を持つ

- ・ガラスは分子構造の中に放射性物質を閉じ込めることが可能で、割れても放射性物質が漏れ出すことはない
- ・ガラスは水に溶けにくい(ガラス固化体が全て溶けるのに約7万年と評価 ※)

## ガラス固化体



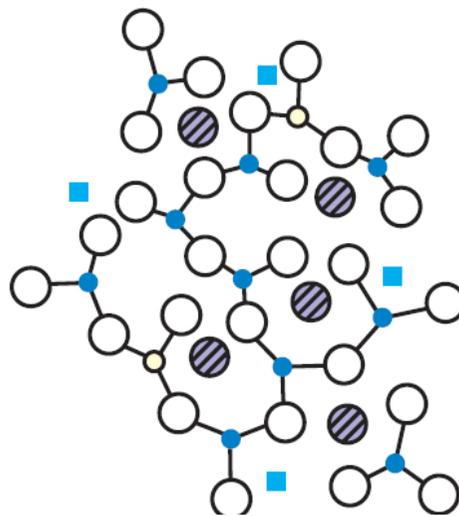
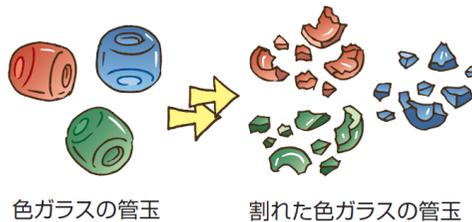
### 【ガラス固化体の仕様例】

材質:ガラス  
寸法:高さ 約1.3m  
直径 約40cm  
重量:約500kg  
ガラス容積:約150ℓ

※ガラスの溶け出しに対する評価  
<評価条件>

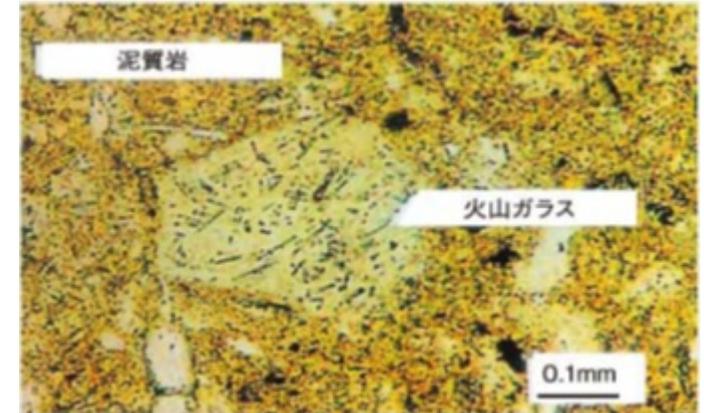
- ・ガラスの溶ける速度  
長期間模擬地下水などに浸した試験結果をもとに設定
- ・ガラス固化体の状態  
ガラス固化体の表面積が10倍になったものが地下水に接触していると仮定

ガラス固化体1本が溶解する時間は約7万年



ガラス固化体は網目構造の中に放射性物質を取り込み長期間安定な状態を保つ

## 100万年前の火山ガラス



およそ100万年前に堆積した泥質層の中に埋まった「火山ガラス」からは、ガラスの成分の溶けだしがほとんどないことが確認されている(千葉県にて産出)

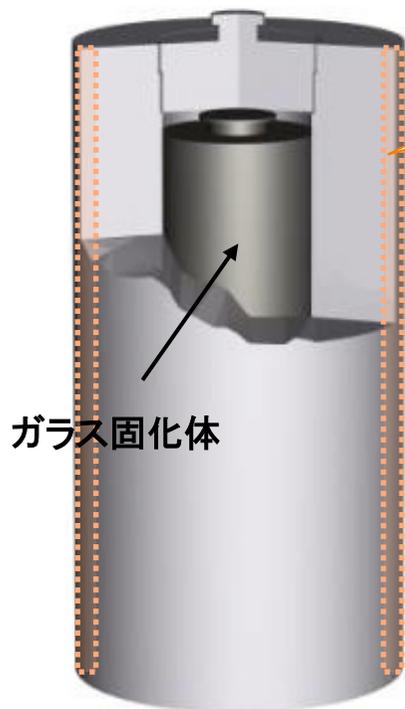
(核燃料サイクル開発機構(現 日本原子力研究開発機構)パンフレット「地層のことを考える」)

## ②オーバーパックの役割(人工バリア)

◆オーバーパックは、ガラス固化体と地下水の接触を、放射能が大きく減る1000年間遮断する役割を持つ

- ・地下の深部では酸素が少ないため、金属の腐食は極めてゆっくりとしか進まない(長期腐食実験の結果、1000年間におけるオーバーパックの腐食量は、地下深部の環境条件の不確実性などを考慮して大きめに評価しても約3cm程度)

### オーバーパック



長期腐食実験などを踏まえて、1000年間の腐食量は大きめに約3cmと想定

#### 【オーバーパックの仕様例】

材質:炭素鋼  
寸法:高さ 約1.7m  
外径 約80cm  
内径 約40cm  
厚さ 約20cm(※)  
重量:約6トン

※外からの圧力に対する安全性や、オーバーパックを透過する放射線による影響の低減などを考慮して、必要な厚さを約20cmと設定した

鉄は酸素がない環境ではほとんど腐食しない



- 1 出雲大社境内遺跡から出土した鉄斧(730~750年前)
- 1 粘土で覆われた状態で発見され、その表面が薄い錆で覆われていたが、完全な形を残していた

※図中の①～⑥は錆の厚さを内部X線CT調査した断面位置

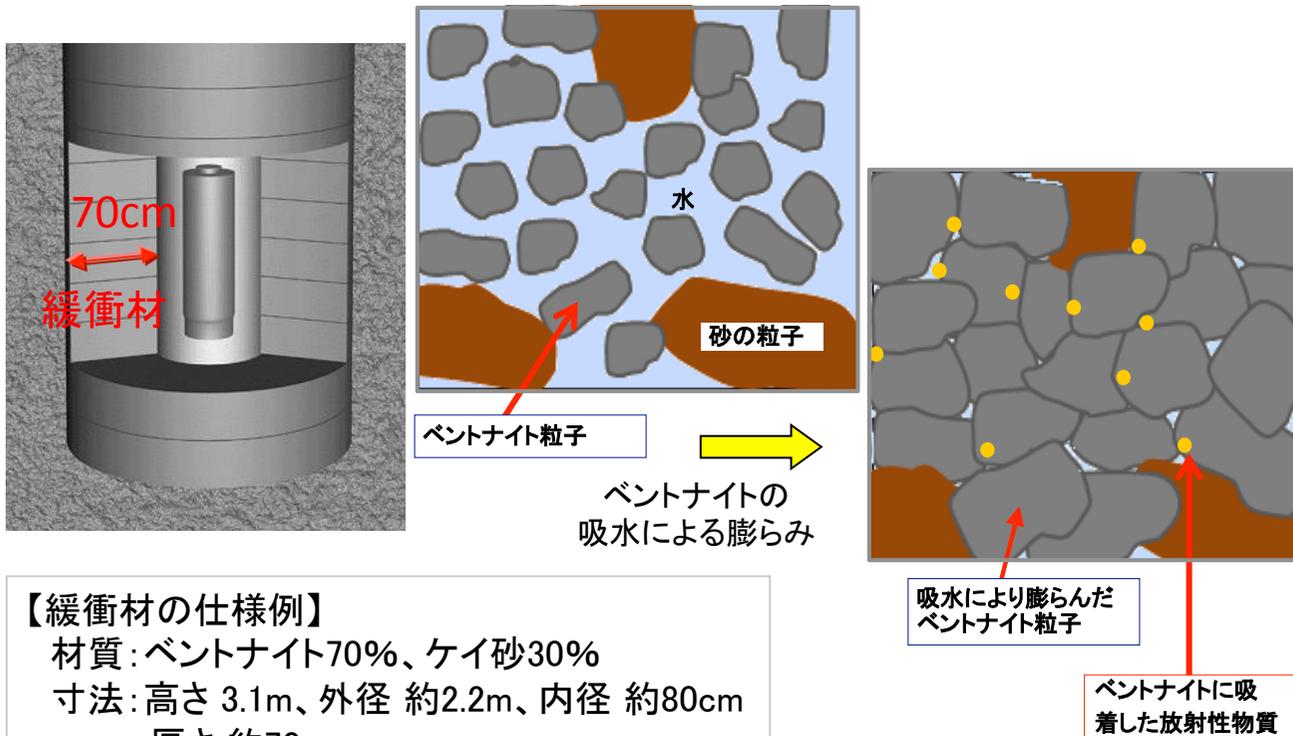
写真提供:核燃料サイクル開発機構(現 日本原子力研究開発機構)

これまで考古学で出土した鉄製品の長期腐食事例からは、1000年間の鉄製品の腐食深さは0.1~1.4cm

### ③緩衝材の役割(人工バリア)

◆緩衝材は、オーバーパックへの地下水の浸透や、放射性物質の移動を遅らせたり、放射性物質を吸着する役割などを持つ

- ・緩衝材は、天然の粘土（ベントナイト）が主成分
- ・ベントナイトは吸水すると膨らみ、粒子間の隙間を埋めることで水を通しにくくする性質を持つ



#### 【緩衝材の仕様例】

材質：ベントナイト70%、ケイ砂30%  
寸法：高さ 3.1m、外径 約2.2m、内径 約80cm  
厚さ 約70cm

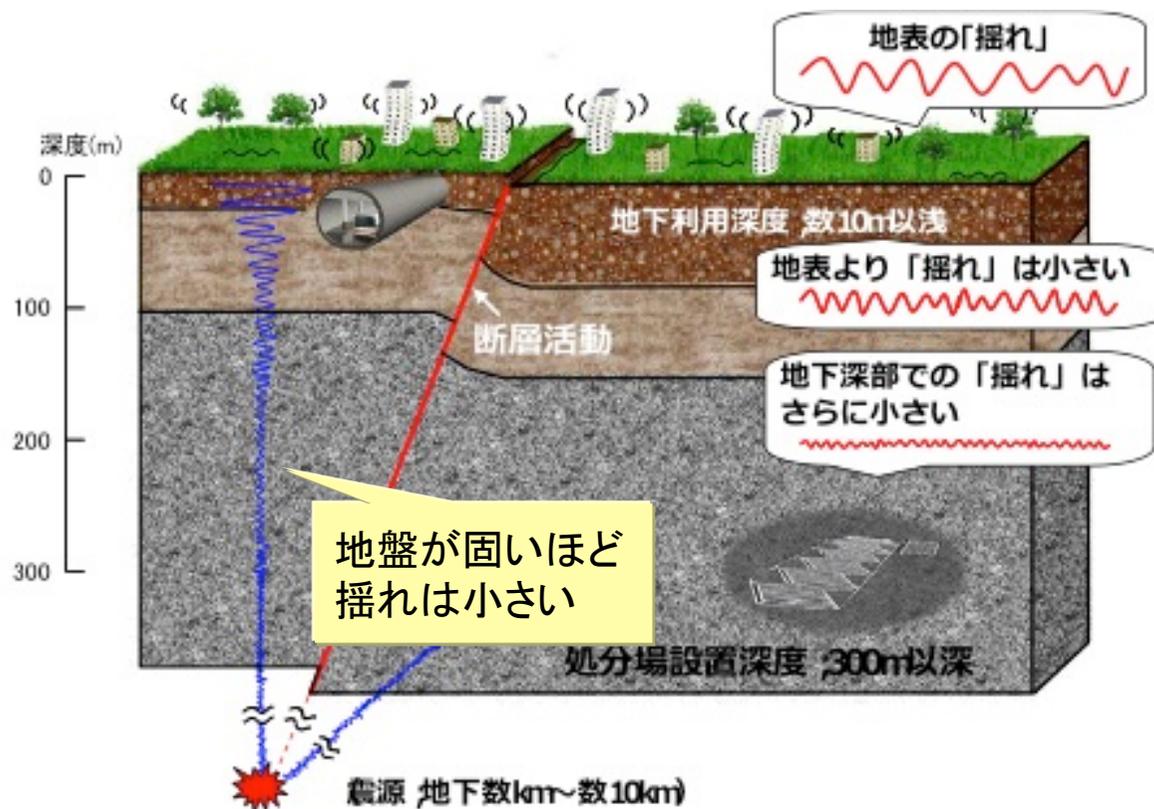
- | 堺市下田遺跡から発掘された銅鐸
- | 粘土の中で、1800年間腐食がほとんどなく、金属光沢が保たれていた



# 地震が及ぼす地層処分施設への影響

- 一般に地表部は地盤が軟らかく、地震によるゆれが大きい。  
逆に、地下深くなると地盤が硬いため、地表に比べ地震の揺れが小さい
- 埋設されたガラス固化体は周囲の岩盤と一体になって揺れる  
⇒ 埋設されたガラス固化体が地震により破壊される可能性は非常に小さい

東日本大震災の教訓を踏まえ、地震の影響については最新の知見を取り入れて検討する



## 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

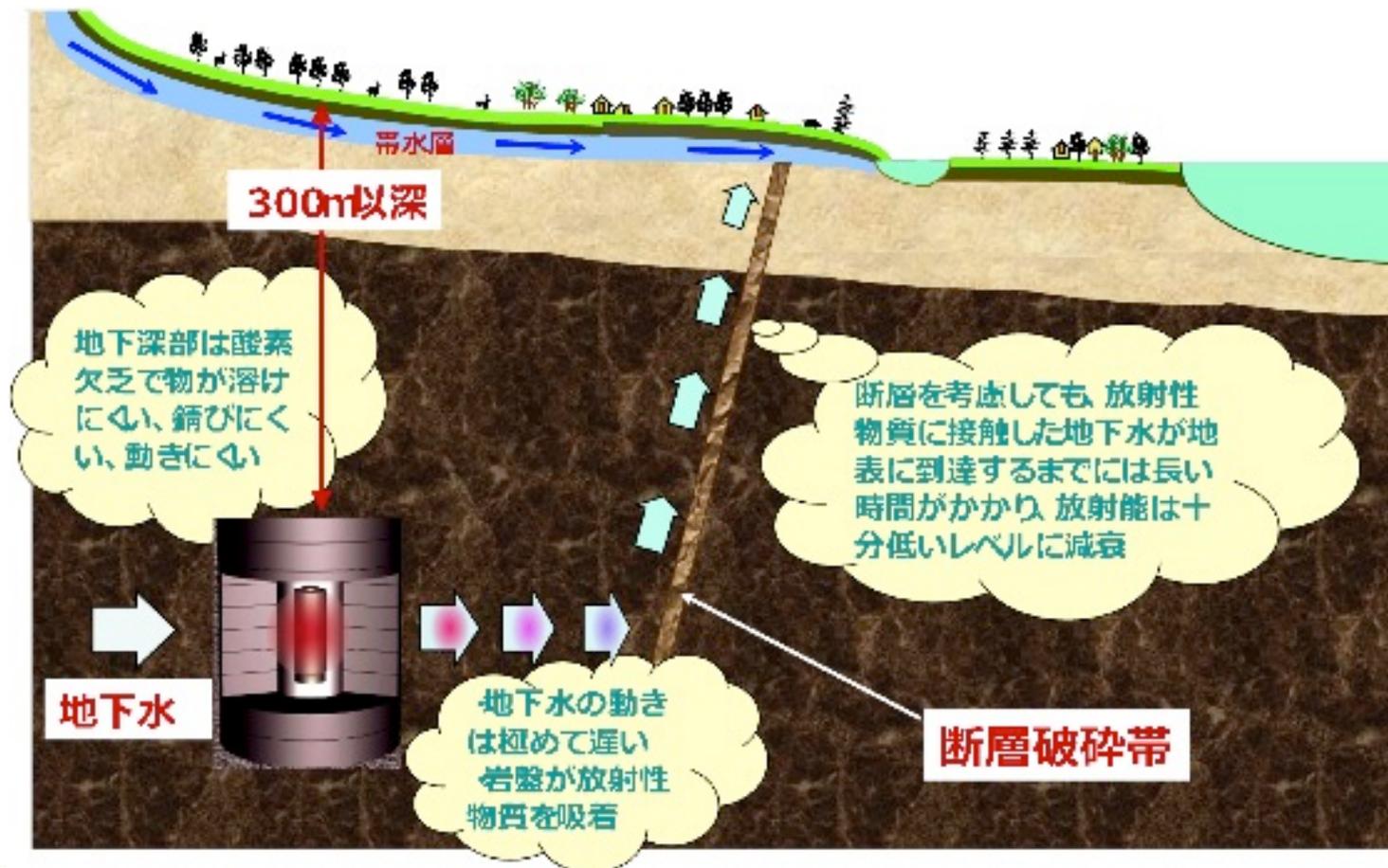


(土木学会 (第1次) ・地盤工学会合同調査団 調査速報より)

## ④ 岩盤の役割(天然バリア)

◆岩盤は、人工バリアから漏れ出した放射性物質の移動を遅らせる役割を持つ

- ・地下深部の岩盤では地下水の流れは遅く、かつ岩盤は放射性物質を吸着する
- ・ガラス固化体から長時間かけてすこしずつ溶け出した放射性物質は、数万年～数十万年後に地表に達すると考えられる



※断層破碎帯

断層の動き(岩盤のズレ)によって、岩石が押しつぶされて出来た帯状の部分。角張った岩石くずになっていることが多く、一般に水を通しにくい。

**Q12. なぜ埋める深度は、地下300mなのか。**

# 諸外国が検討している処分深度

国名	廃棄物形態	処分深度	主な候補地	操業予定
 アメリカ	ガラス固化体 使用済燃料	ユッカマウンテン 約300m 核廃棄物隔離試験施設 (WIPP) 約650m	ユッカマウンテン (中止)	—
	TRU廃棄物 ※1		カールスバッド (試験施設)	操業中
 イギリス	ガラス固化体 中レベル廃棄物 ※1	200m~1,000mで検討	未定	2040年
 カナダ	使用済燃料	約500mで検討	未定 ※2	未定
 スイス	ガラス固化体 使用済燃料 長寿命中レベル廃棄物 ※1	400m~900mで検討	未定 ※3	2040年以降
 スウェーデン	使用済燃料	エストハンマル 約500m	エストハンマル	2025年
 ドイツ	ガラス固化体 使用済燃料 発熱性廃棄物 ※1 非発熱性廃棄物の一部 ※1	コアレーベン 約880m	未定 ※4	2030年
 フィンランド	使用済燃料	オルキルオト 約500m	オルキルオト	2020年
 フランス	ガラス固化体 カテゴリーB廃棄物 ※1	ビュール地下研究所 約500m	ビュール地下研究所近傍 ※5	2025年
 日本	ガラス固化体 地層処分低レベル放射性廃棄物	300m以深	未定	平成40年代 後半

※1 地層処分低レベル放射性廃棄物を含むカテゴリー

※3 NAGRAが提案した3つの候補サイト地域が承認され第2段階を実施中

※5 ムーズ県とオート・マルヌ県の県境の候補区域において詳細調査を実施

※2 オンタリオ州とサスカチュワン州の8つの地域でフィージビリティ調査を実施中

※4 コアレーベンでの探査を一時中止し、新たなサイト選定プロセスを検討中

**Q13. ガラス固化体周囲のモニタリングは  
どのようにしていくのか。**

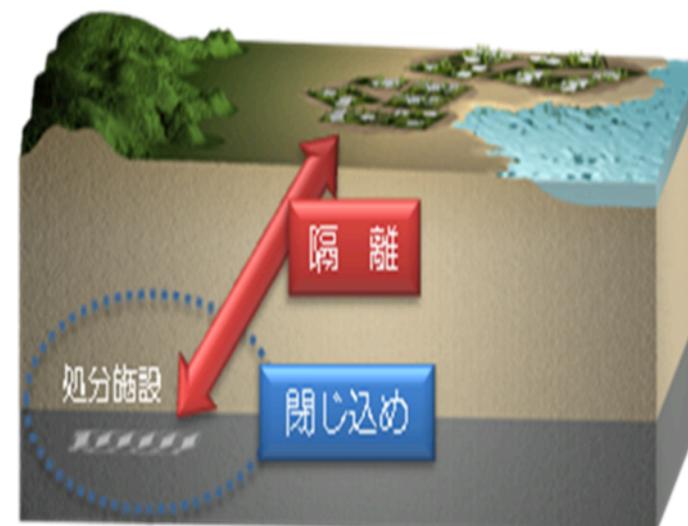
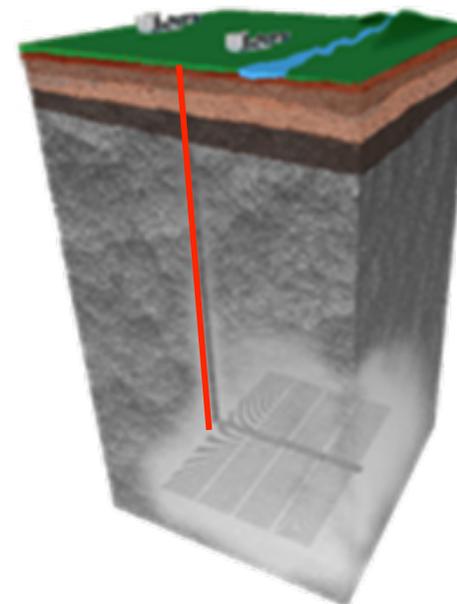
# 閉鎖後のモニタリングについて

## 【考え方】

- ①測定装置に関する技術的な課題
- ②装置からの線を通す孔により、地層が本来もっている物質の閉じ込め機能が低下



海外の事例や今後の規制の動向を踏まえ検討





# エネルギー環境教育 教職員セミナー

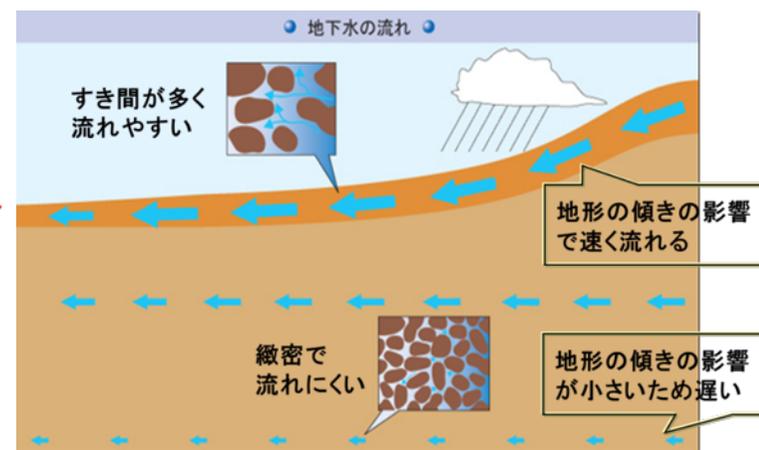
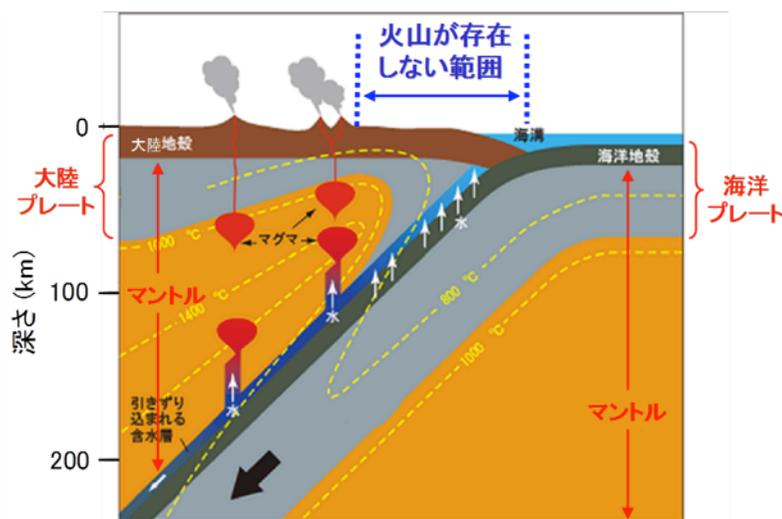
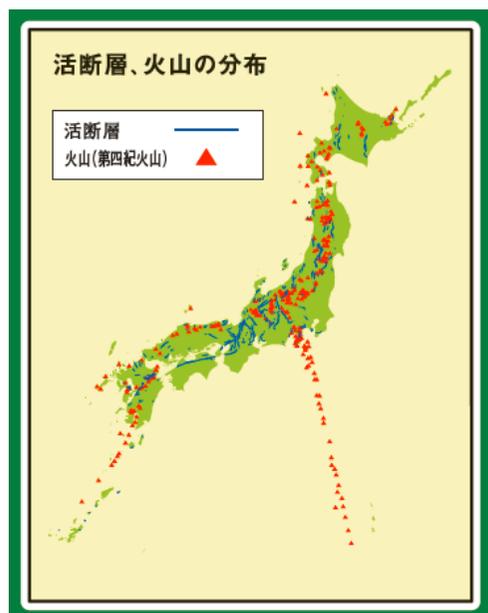
## 5. 合意形成に向けた取り組み (放射性廃棄物ワーキンググループの検討)

**Q14. 地域住民へのコンセンサスをどのように  
図ろうとしているのか。**

# 合意形成に向けた取り組みの検討 ～処分地選定～

## 【議論の主な内容】

- ①国が明確に**科学的な基準**を決めて、広い地域から**いくつか選定**
- ②選定基準の手続については、**透明性・公平性**のあるプロセスの下で、より適性の高い地域を**科学的に示す**
- ③地域の**地質環境特性**を科学的根拠から説明し、国が**説明責任**を果たす



現在の公募対象は**全国の市町村**が対象



**地質環境の科学的な基準を決め、広い地域から国がいくつか選定**

# 合意形成に向けた取り組みの検討 ～地域・住民の意向を反映～

## 現 状

各調査段階の判断については、下記2点が法律において規定されている。

- (1) 首長意見に反して進めない
- (2) 住民意見を聴取すること

## 問題点

法律で規定されているが、住民の懸念を打ち消し切れていない



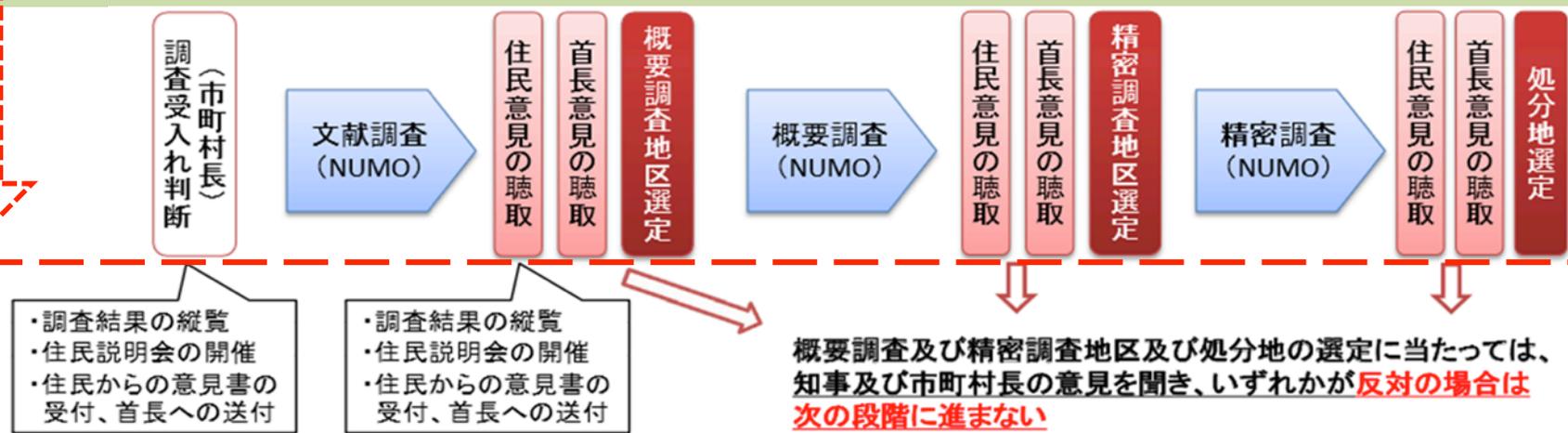
## 見直し案

長期に亘る処分事業に対し地域住民の方の信頼を得ることが必要

解決策

- ① 文献調査の受入れを決定する前段階から、継続的に地域住民に適切に情報を提供する
- ② 地域住民の方の意見が処分事業に反映される仕組みが必要

合意形成の強化



**Q15. 計画の変更や見直しが可能なのか。**

# 合意形成に向けた取り組みの検討 ～処分プロセスの見直し～

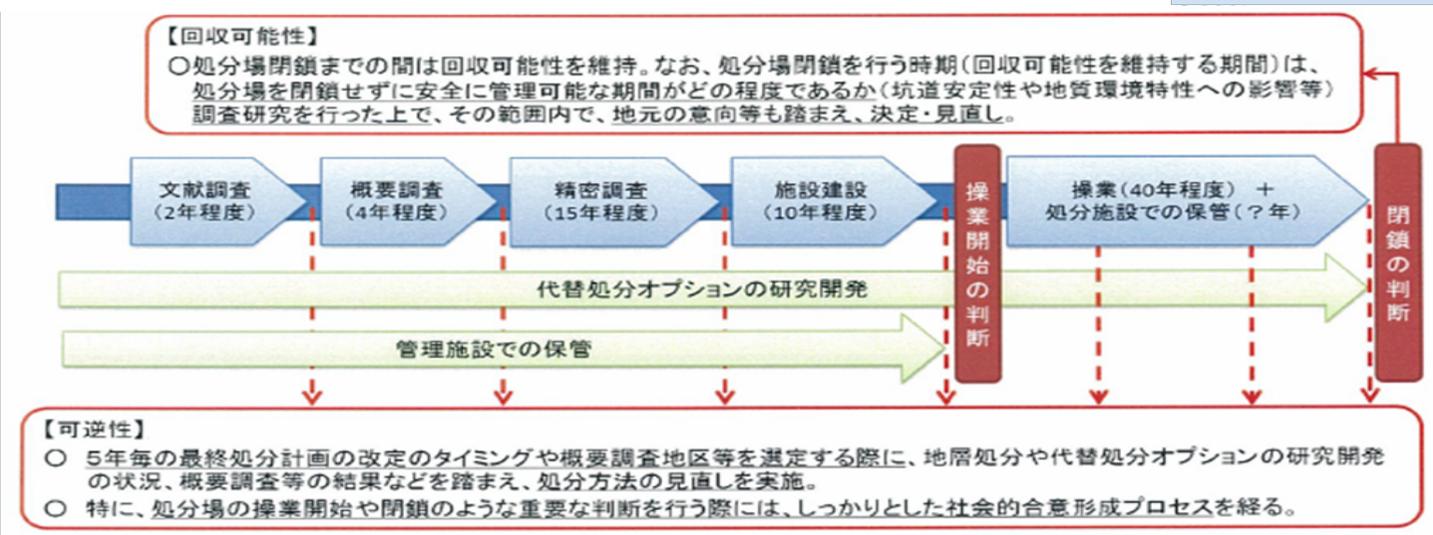
## 【問題点】

地層処分の長期安定性についての  
「不確実性」にともなう国民の  
「信頼性の欠如」



## 見直し案

- ① 可逆性・回収可能性を担保し、将来世代が最終処分に関する意思決定を行える仕組みを検討
- ② 処分場を閉鎖せずに地域住民の意向を踏まえ判断 (回収可能性を担保)
- ③ 代替処分オプションの研究開発等を進めつつ閉鎖の最終判断までの間、処分方法の見直しを実施





# エネルギー環境教育 教職員セミナー

## 6. 学校教育について

**Q16. 放射性廃棄物の問題を国民各自が考えていくために、教育にどのようなアプローチをしようとしているのか。また、文部科学省との関係づくりを行っているのか。**

# ■ 諸外国の理解活動例(スウェーデン)

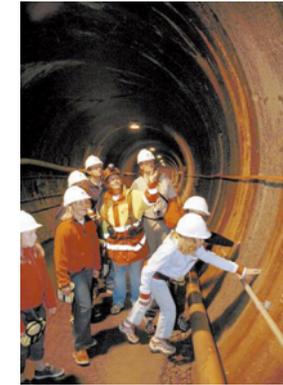


フォルスマルク  
(エストハンマル)

処分実施主体: SKB社  
 2011年3月: 立地・建設許可申請  
 2025年頃: 処分開始予定  
 廃棄物形態: 使用済燃料



SKB社の輸送船を使用した展示



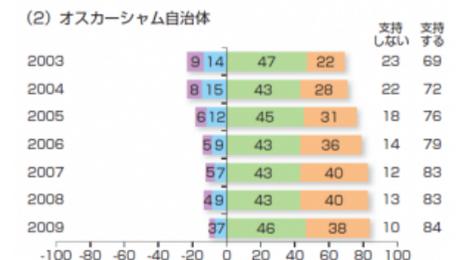
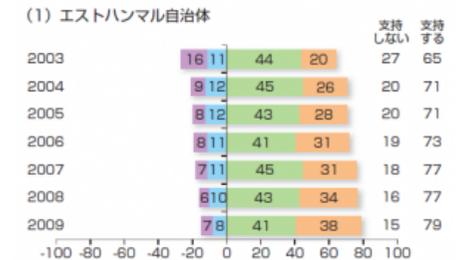
エスポ岩盤研究所見学ツアー

## 【意識把握と情報提供】

SKB社はサイト選定過程の透明性を確保するため、初期段階から地元自治体の幅広い層との対話を実施。

- ・住民との交流を図ることを目的に展示会や情報冊子の配布、セミナーなどを開催
- ・教材や教師用資料を作成し、学校への情報提供を実施  
 (生徒向けの冊子、ビデオ、コンピューターゲームなどの教材や教師用資料を作成/教材のトピックスは技術的なことから論理的なことまで幅広く、廃棄物問題を社会問題として捉えた教材)
- ・意識調査の実施  
 (処分場建設に対する調査では2003年は60%が肯定的な結果でしたが、2009年には約80%まで増加)

設問: 処分場の地元での建設を支持しますか



■ 全く支持しない ■ 支持しない ■ 支持する ■ 強く支持する

# ワークショップへのご参加ありがとうございました。



高レベル放射性廃棄物やNUMOの地層処分に関する取り組みなど、より詳しい内容は、NUMOホームページでご覧いただけます。

NUMOホームページアドレス

<http://www.numo.or.jp/>

または

「ニューモ」で検索

ニューモ

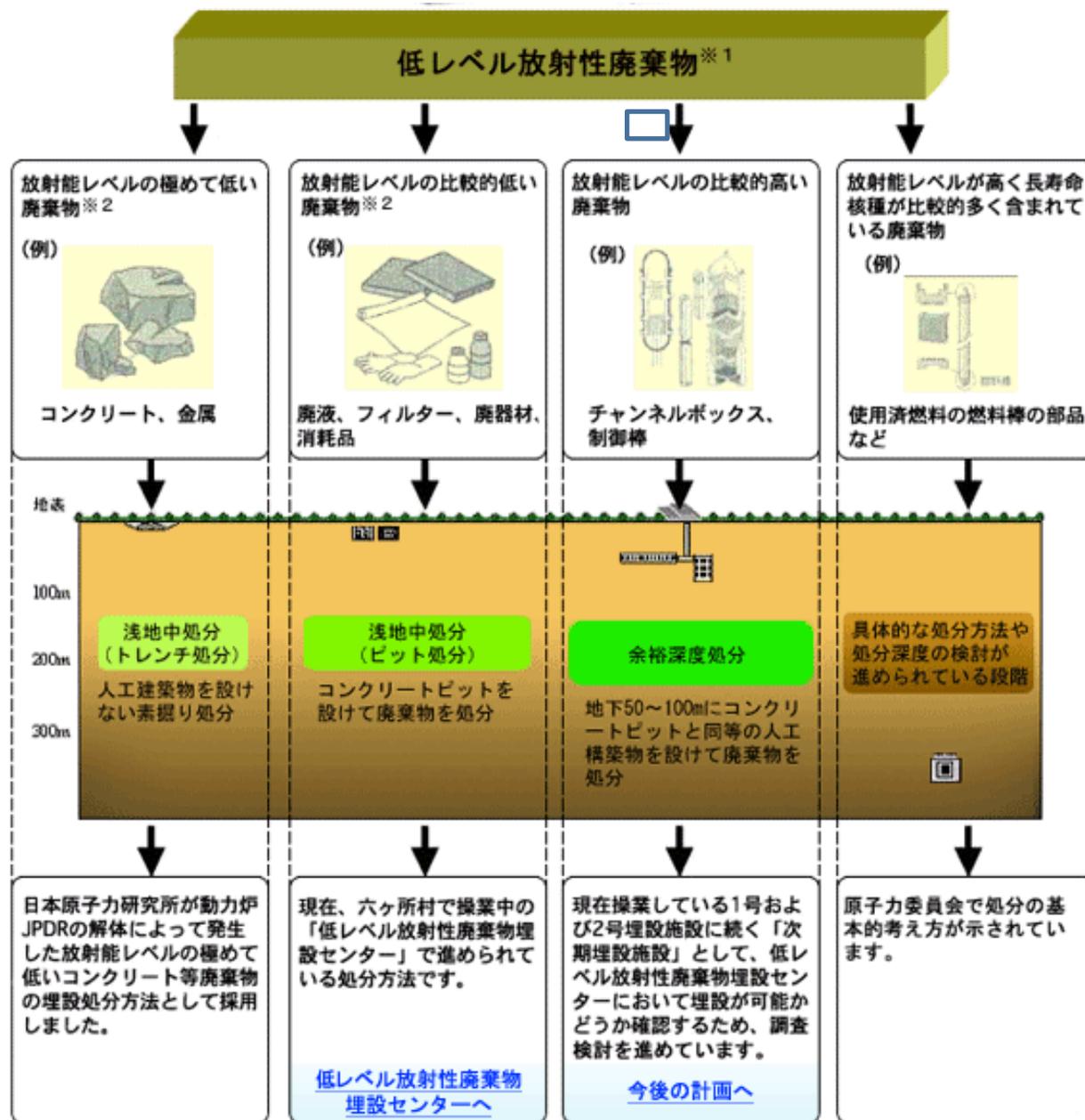
検索



# エネルギー環境教育 教職員セミナー

**【参考資料】**

# 低レベル放射性廃棄物の種類と処分方法



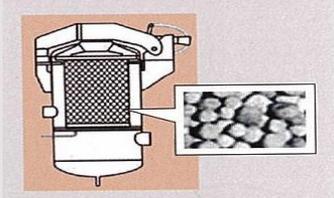
# TRU廃棄物の種類と処分方法

- ・低レベル放射性廃棄物は、再処理工場とMOX燃料工場から発生するさまざまな放射性廃棄物の一部で、地層処分を必要とする廃棄物となります。（TRU廃棄物）
- ・放射線量が低く、発熱量も小さいが、半減期（放射能の量が半分になるまでの時間）が長い特徴を持ちます。

## 処理（廃棄体化）

### 地層処分低レベル放射性廃棄物の例

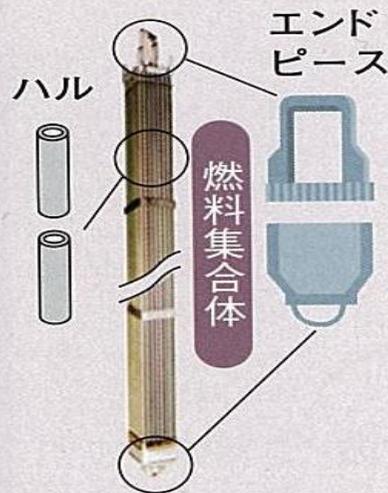
排気フィルタ  
(廃銀吸着材)



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)

ハル・エンドピース (※)



- (※)  
ハル・・・燃料棒を細断・溶解後に溶け残った被覆管の断片  
エンドピース・・・使用済燃料集合体をせん断するときに取り除かれる末端部

### 検討されている廃棄体の例

キャニスタ



寸法：  
直径 約40cm  
高さ 約130cm

内容物：  
ハル・エンドピース

ドラム缶



寸法：  
直径 約60cm  
高さ 約90cm

内容物：  
排気フィルタ、  
雑固体廃棄物の一部  
濃縮廃液（固化）

角型容器

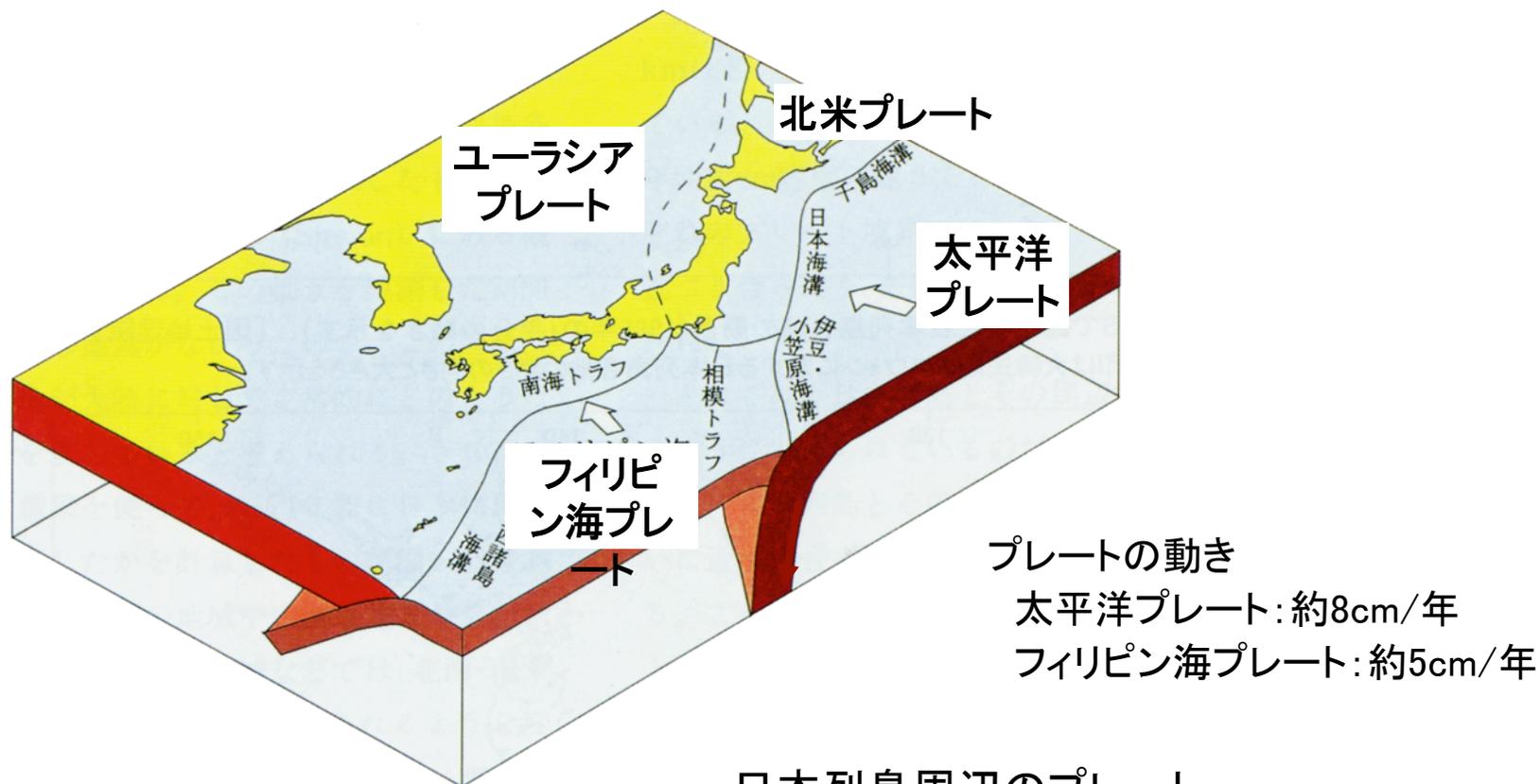


寸法：  
直径 約1.6m×約1.6m  
高さ 約1.2m

内容物：  
雑固体廃棄物の一部

## 日本に火山や地震が多い理由(プレート運動との関係)

- 日本周辺では、海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込んでいるため、火山や地震が多く発生します。
- これらのプレートの位置や動き方は、およそ200万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。

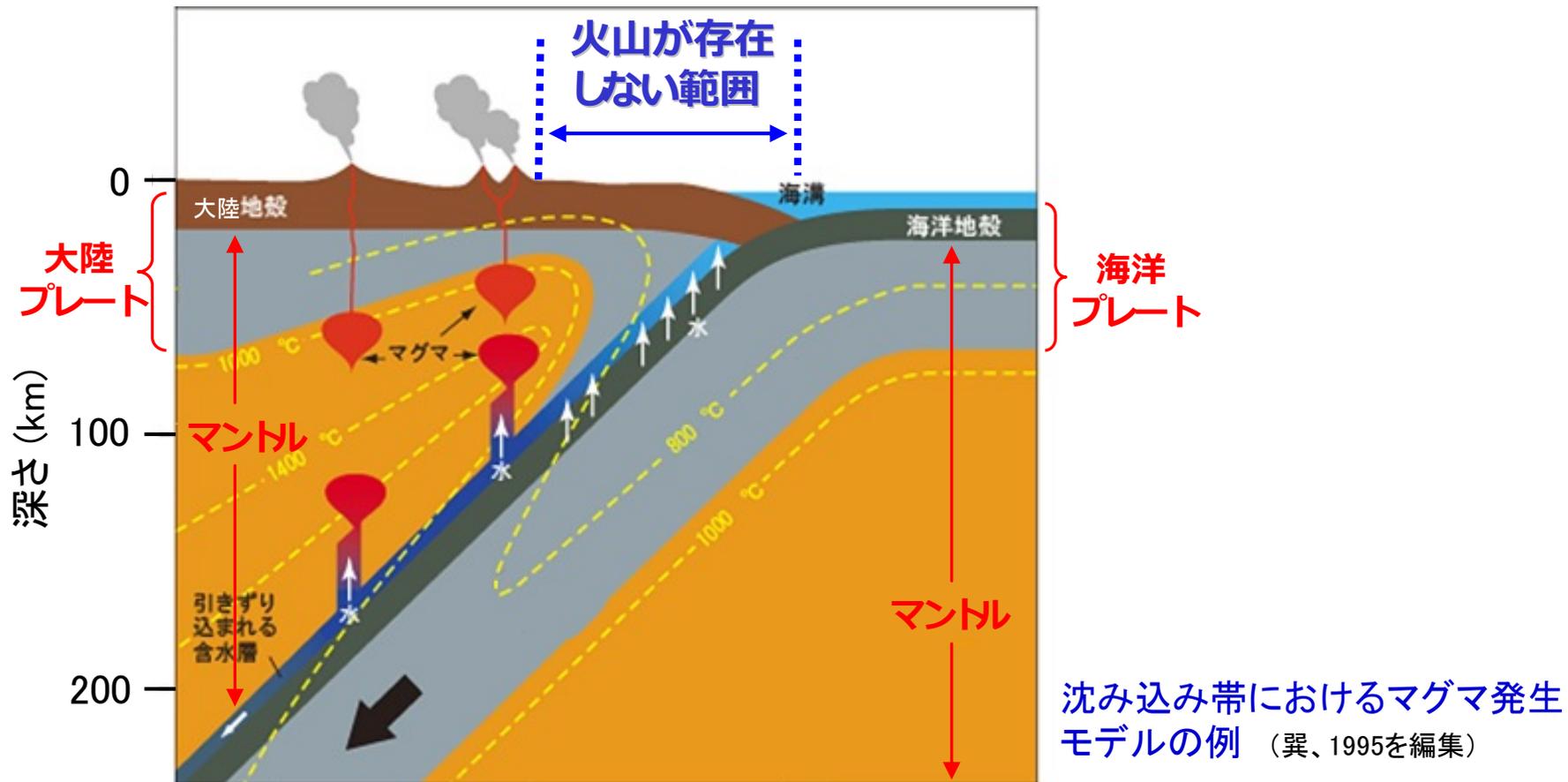


日本列島周辺のプレート

(地震調査研究推進本部地震調査委員会編、1997に加筆)

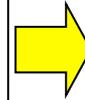
# 代表的な火山のできかた

- 日本列島の下に沈み込んだ海洋プレートから水分がしぼり出され、岩石が溶けてマグマとなり地表に現れることで、火山となります。
- マグマが発生する深さはおよそ決まっているため、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、火山は存在しません。



# 日本における火山の分布の特徴

- ・プレート運動が変わらないので、火山の発生する場所はほとんど変わりません。
- ・このため、火山が集中する地域と存在しない地域があります。



- ・将来の火山の活動地域と影響範囲を推定し、それらを避けて処分施設を建設することができます。

100万年～50万年前に活動した火山



50万年前～現在に活動した火山

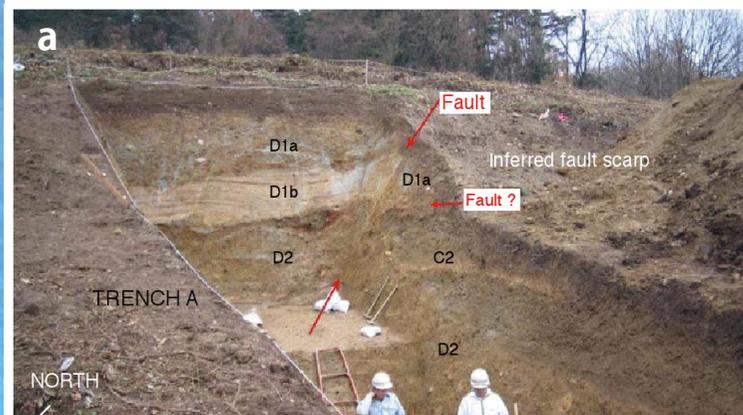
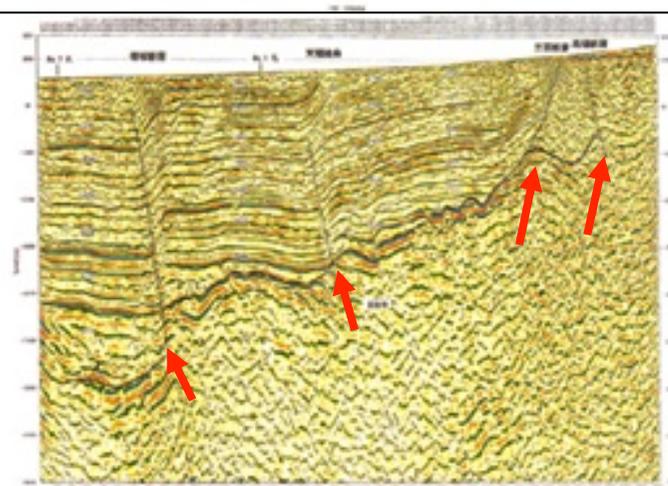


日本列島における火山の分布

(第四紀火山カタログ委員会編「日本の第四紀火山カタログ」(1999)に基づき作成)

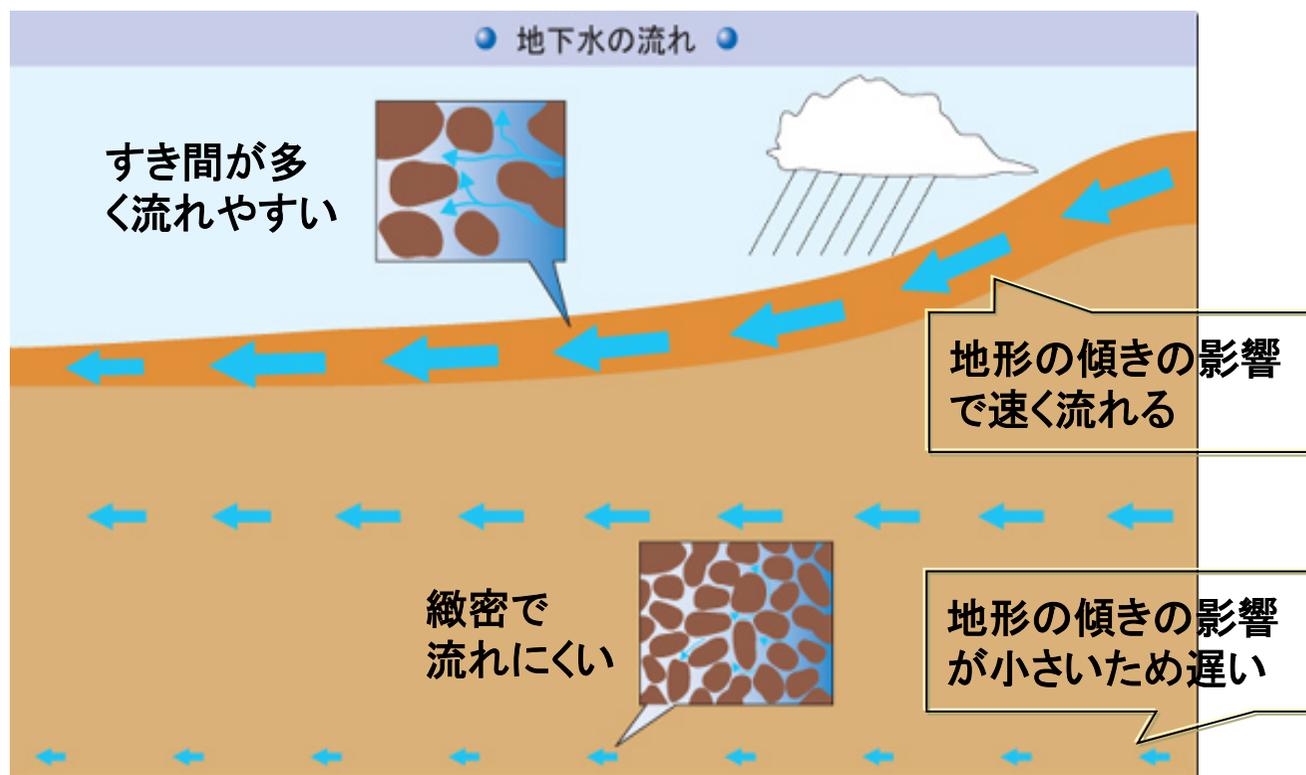
# 活断層の回避

- ・活断層が密集している地域と存在しない地域があることが確認されています。
- ・文献調査で確認した後は、物理探査やトレンチ調査などを行って活断層の有無を詳細に調査し、影響のある活断層を回避します。



## ■ 地下水の特徴

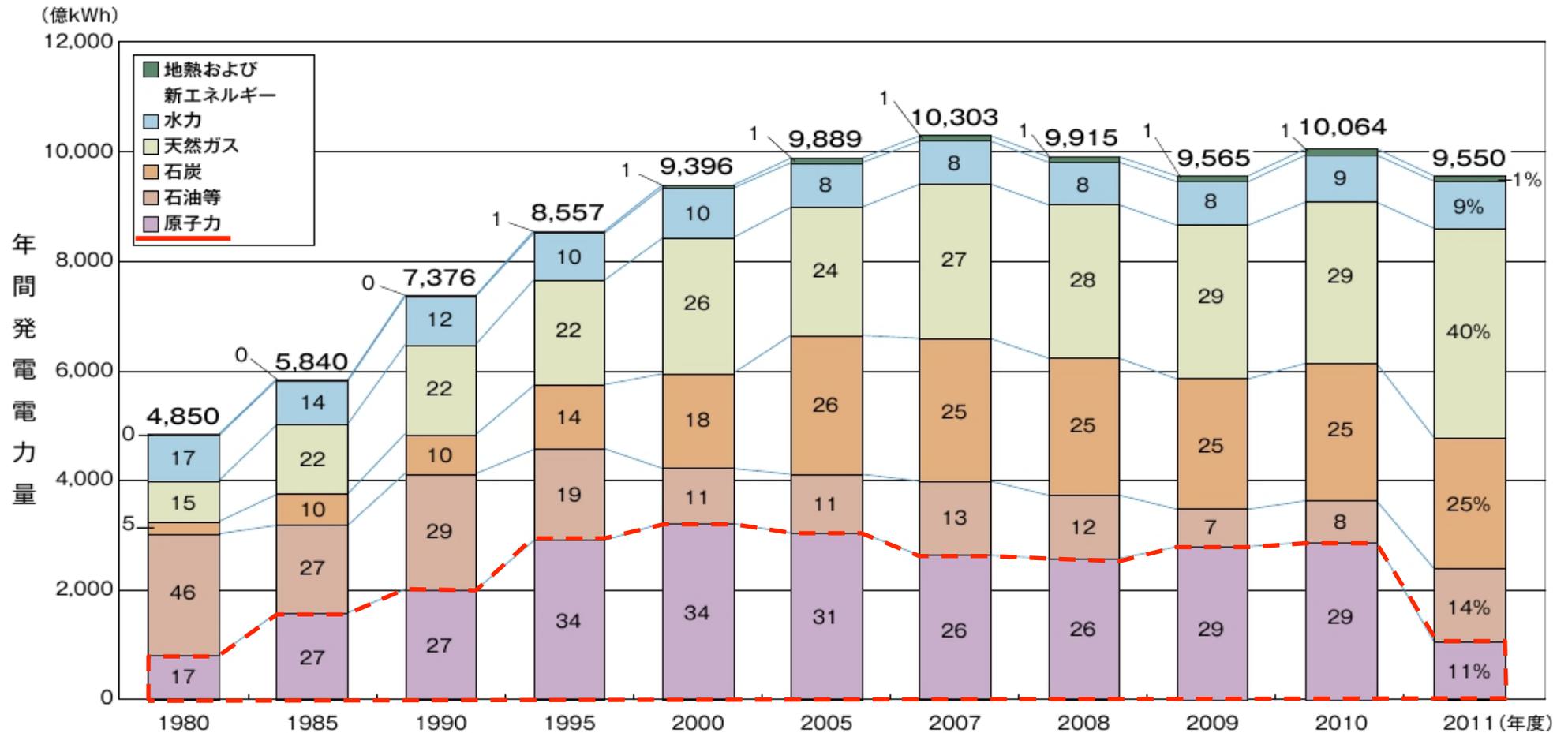
- 一般に、深いほど岩盤が固くて緻密であり、また地形（地表の傾き）の影響が小さいため、地下水の流れは遅い
- 日本は地質変化に富み、地質構造が複雑であるため、地下水の流れ方も変化に富む  
⇒ 様々な調査・解析を行って、候補地周辺における地下水の流れや成分（化学組成など）を評価し、設計に反映させる



(資源エネルギー庁パンフレット「高レベル放射性廃棄物の地層処分について考えてみませんか」に一部加筆)<sup>63</sup>

# 日本のエネルギー事情

## 電源別発電電力量の実績



(注) 石油等にはLPG、その他ガスおよび瀝青質混合物を含む  
 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある  
 発電電力量は10電力会社の合計値(受電を含む)  
 グラフ内の数値は構成比(%)

【出展】原子力・エネルギー図面集2012

# 世界における地層処分の検討経緯

地層処分は、国際的に合意が得られた処分方法である

1950

1955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**

1960

1982年:OECD/NEA報告書「放射性廃棄物管理の基礎、含まれる原則の全体像」  
**地層処分が有望であることを提示**

1970

1989年:IAEA報告書「高レベル放射性廃棄物地層処分の安全原則と技術的クライテリア」(IAEA報告書)  
**処分場設計に必要な原則と技術的な基準を整備**

1980

1991年:OECD/NEA報告書「放射性廃棄物の処分、長期にわたる安全性は評価できるか? 国際的集約意見」  
**安全性を事前に評価する方法が確立したことを確認**

1990

2000

1995年:OECD/NEA報告書「長寿命放射性廃棄物の地層処分の環境的および倫理的基礎」  
**現世代の責任で地層処分を実施することを合意**

2010

2008年:OECD/NEA集約声明「放射性廃棄物の地層処分の推進」  
**地層処分が技術的に実現可能であることが国際的に合意されていることを確認**

注) OECD/NEA : 経済協力開発機構/原子力機関 IAEA : 国際原子力機関

# 日本における地層処分の取り組み

世界で検討が進む中、日本においても地層処分の研究が進められてきました。

2011/9 技術報告書「地層処分事業の安全確保(2010年度版)」取りまとめ

最終処分施設の設置可能性を調査する区域の公募開始

2002

原子力発電環境整備機構「NUMO」設立

10月

基本方針および最終処分計画を閣議決定

9月

「特定放射性廃棄物の  
最終処分に関する法律」成立

5月

3月

原子力委員会決定「特定放射性廃棄物の  
最終処分に関する法律の制定について」

2000

1999

核燃料サイクル開発機構研究開発成果第2次取りまとめ

1998

高レベル放射性廃棄物処分に向けての基本的考え方について  
(原子力委員会高レベル放射性廃棄物処分懇談会)

1995

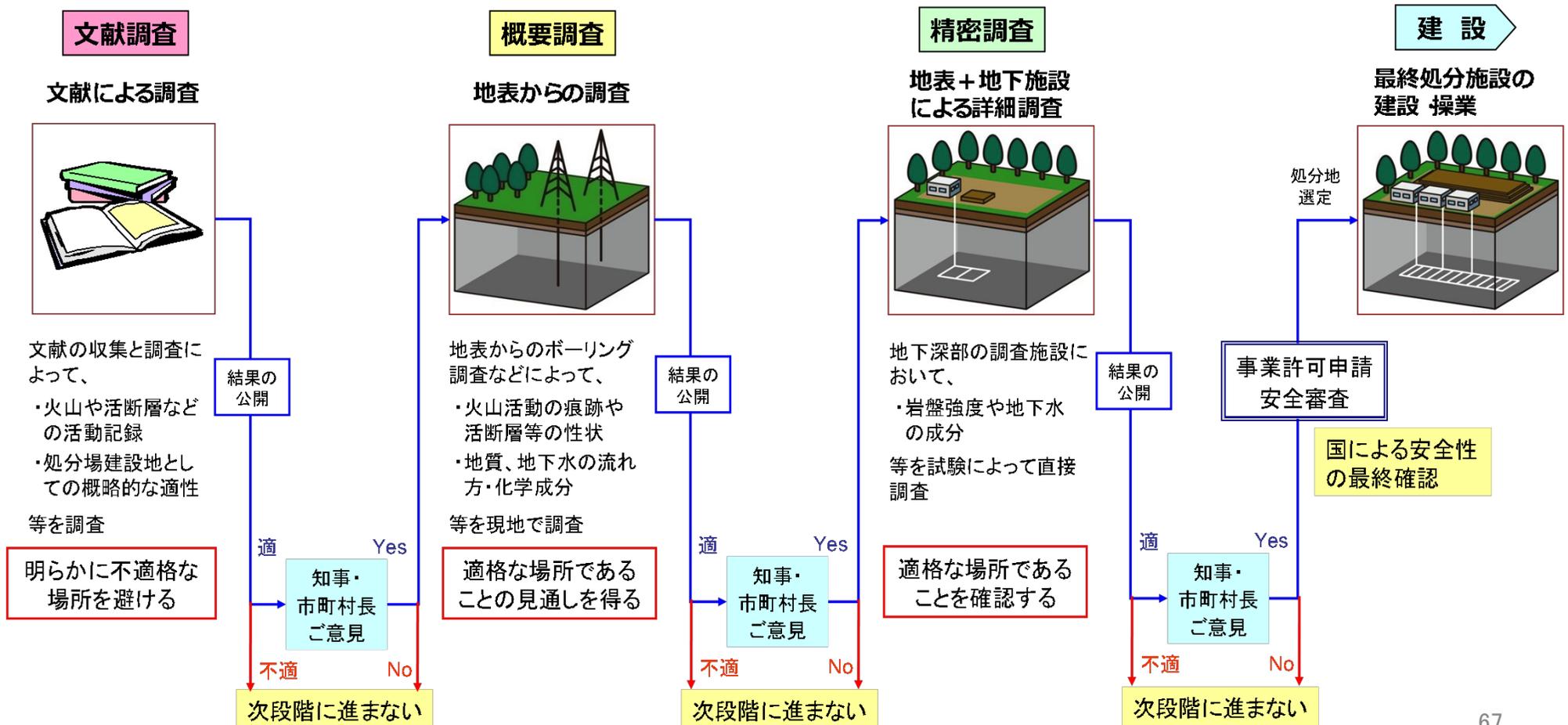
経済協力開発機構の原子力機関(OECD/NEA)で、  
「現世代の責任で地層処分を実施すること」を合意

1976

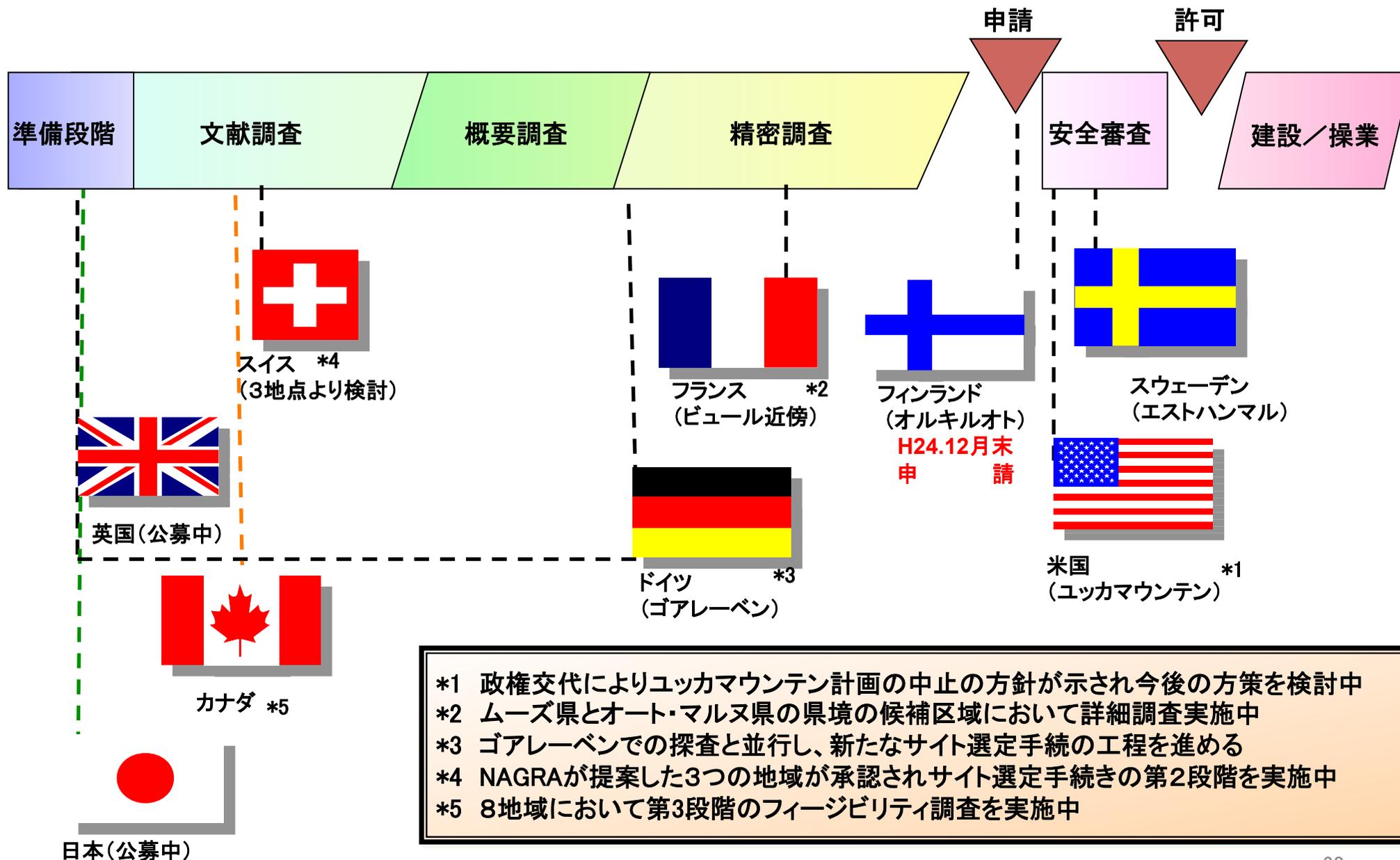
原子力委員会決定「放射性廃棄物対策について」 地層処分研究スタート

# 三段階の調査により処分施設に適した地点を選定

- ・ 処分施設建設地の選定において、約20年をかけて三段階の技術的な調査を慎重に行う
- ・ 火山、断層、地下水のほか、隆起・侵食の傾向や岩盤強度など、様々な地質の特徴について広範囲かつ地下深くまでの詳細な調査を行い、処分施設の建設に適した地点を選定する
- ・ 各調査段階の結果を公表し、処分施設として適していない、あるいは同意を得られない場合は次の段階へ進むことはありません。



# 諸外国の地層処分の進捗状況

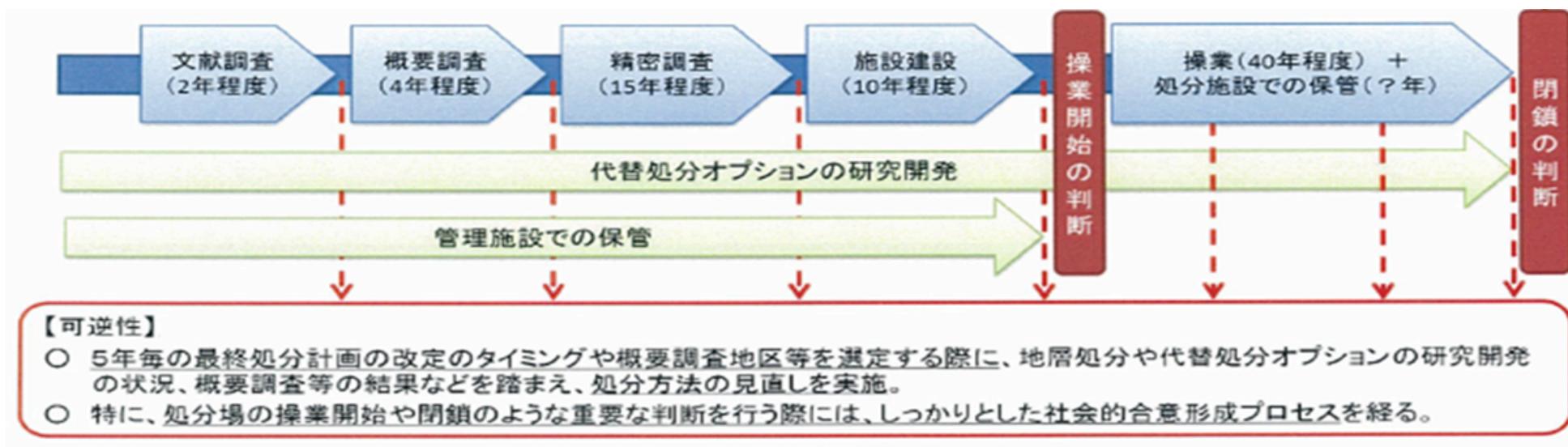


- \*1 政権交代によりユッカマウンテン計画の中止の方針が示され今後の方策を検討中
- \*2 ムーズ県とオート・マルヌ県の県境の候補区域において詳細調査実施中
- \*3 ゴアレーベンでの探査と並行し、新たなサイト選定手続の工程を進める
- \*4 NAGRAが提案した3つの地域が承認されサイト選定手続きの第2段階を実施中
- \*5 8地域において第3段階のフィージビリティ調査を実施中

# 可逆性とは？

## 可逆性とは？

将来世代の技術に関する柔軟性を確保することにより、どの事業段階でも、必要があればそれまでの決定を修正し見直すことを可能にする。

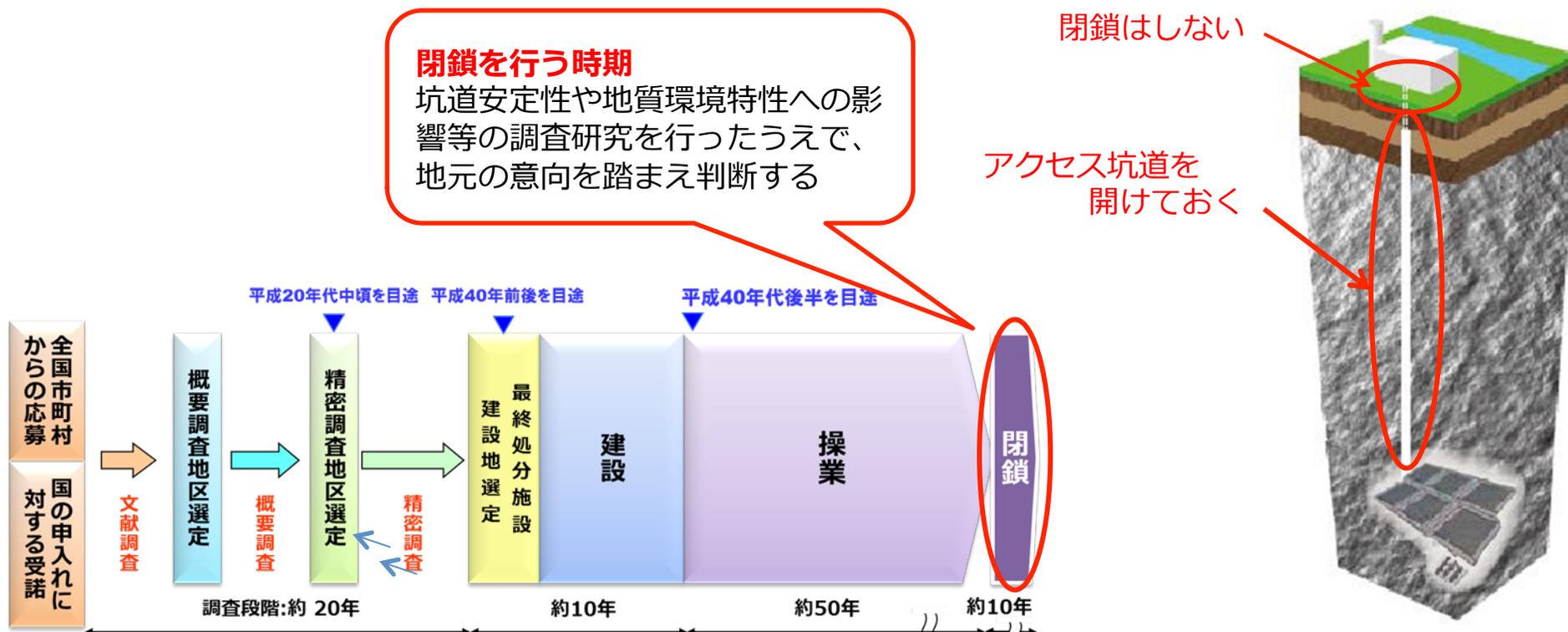


# 回収可能性とは？

## 回収可能性とは？

### ～廃棄物を回収可能な形で封じ込める方式～

将来、新たな処分技術が確立されたり、地元の意向が変わったりした場合に、一旦埋めた廃棄物を再び取り出す（回収）ことができるように対策すること。



# 代替処分オプションとは？

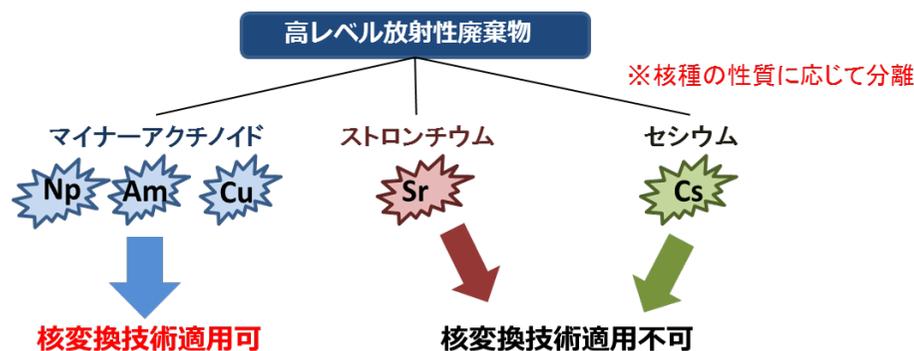
## 代替処分オプションの役割

処分場閉鎖の最終判断がなされるまでの間、代替オプションの研究開発等を進めることで、将来世代が処分方法を再選択することが可能となる。

## 代替オプションの研究開発 ～群分離・核変換技術について～

### ～群分離（ぐんぶんり）とは～

高レベル放射性廃棄物からそれぞれの核種性質に応じて分離を行うこと。また、対象によっては核変換技術を適用することが可能（下図参照）



### ～核変換技術とは～

高レベル放射性廃棄物に含まれる長い半減期を持つ放射性核種を、半減期の短い核種または安定な核種に変換する技術のこと。現在、日本原子力研究開発機構において研究中だが、実用化にはまだある程度の期間が必要といわれています。

## ～群分離・核変換技術の利点～

- 放射性廃棄物を体内に取り込んだ場合の毒性を、**約2桁低減**させることができる
- 天然ウランレベルまでの低減に要する期間を1万年から**数百年に短縮**することができる
- 廃棄体の発生量を**10%程度低減**できる
- 処分場面積を**80%程度に小さく**できる

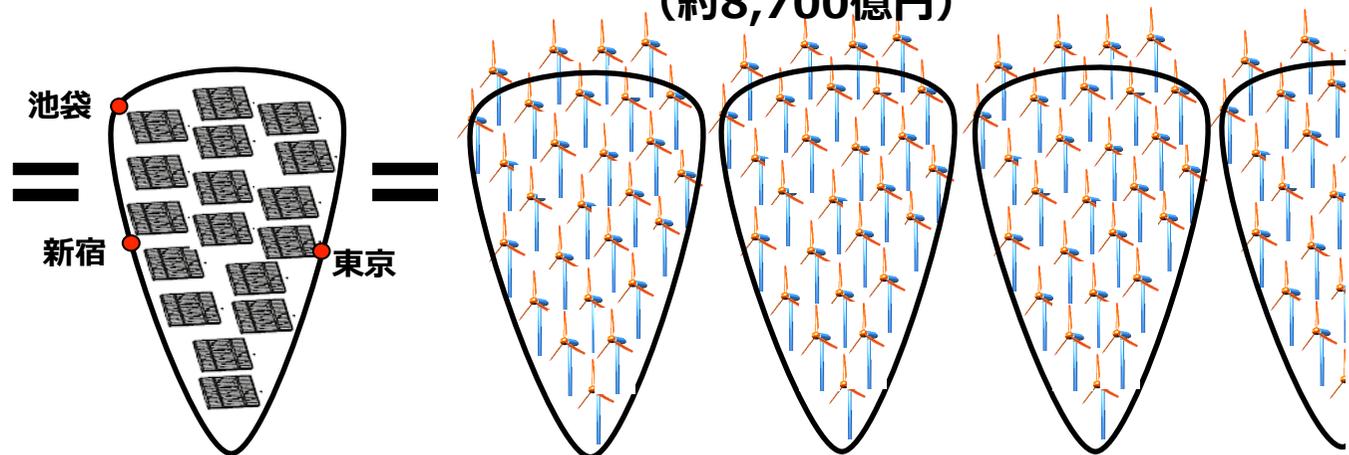
# 新エネルギーと原子力発電の比較

- CO<sub>2</sub>の排出削減には、太陽光や風力など新エネルギーの導入も非常に有効な手段
- 現時点では、供給安定性(雨の日や風の日には発電しない)や経済性などの課題が存在

原子力発電所一基  
100万kW級 (約0.5k  
m<sup>2</sup>)  
(約2,800億円)

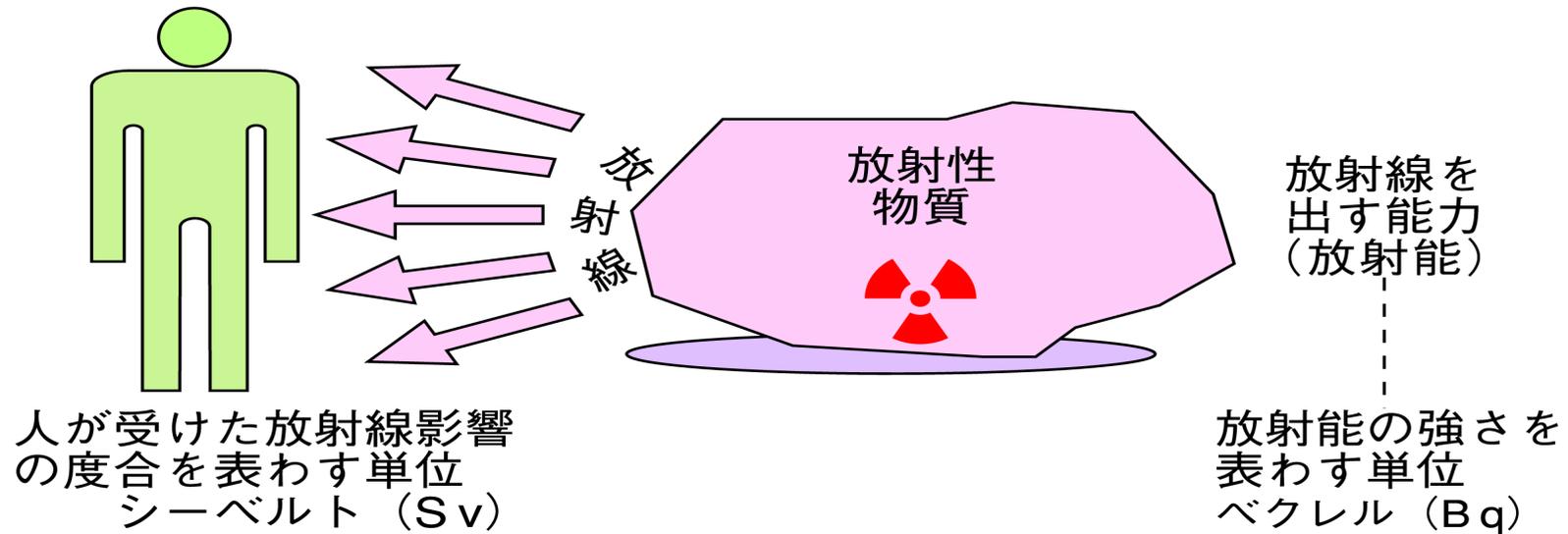
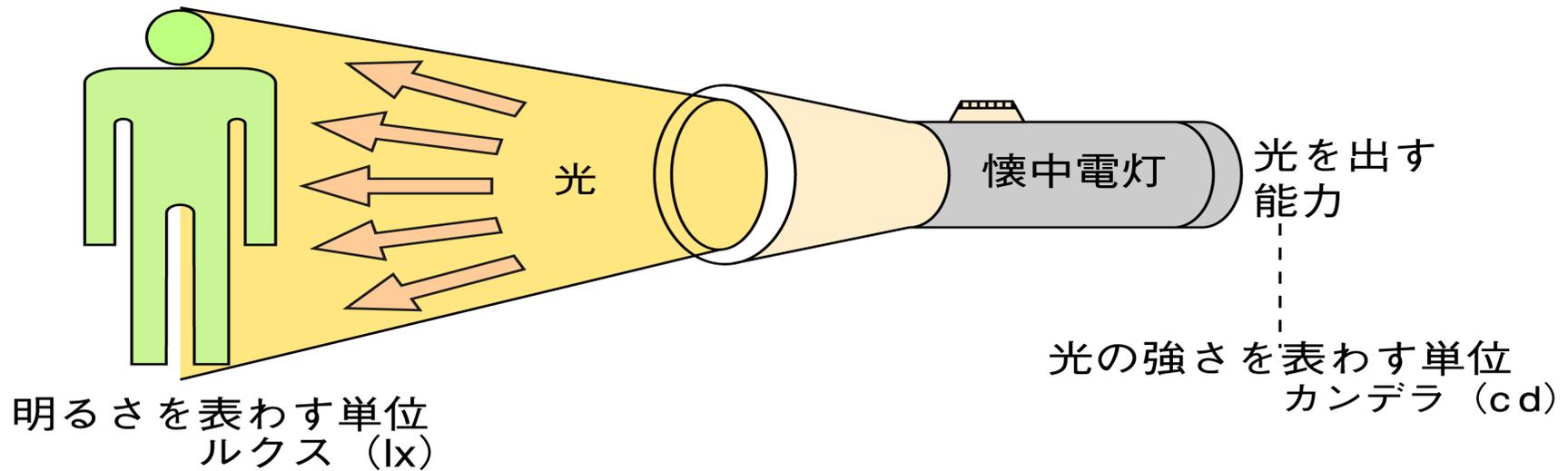
太陽光発電  
山手線一杯の面積 (約58km<sup>2</sup>)  
(約3.9兆円)

風力発電  
山手線の3.4倍の面積 (約  
214km<sup>2</sup>)  
(約8,700億円)



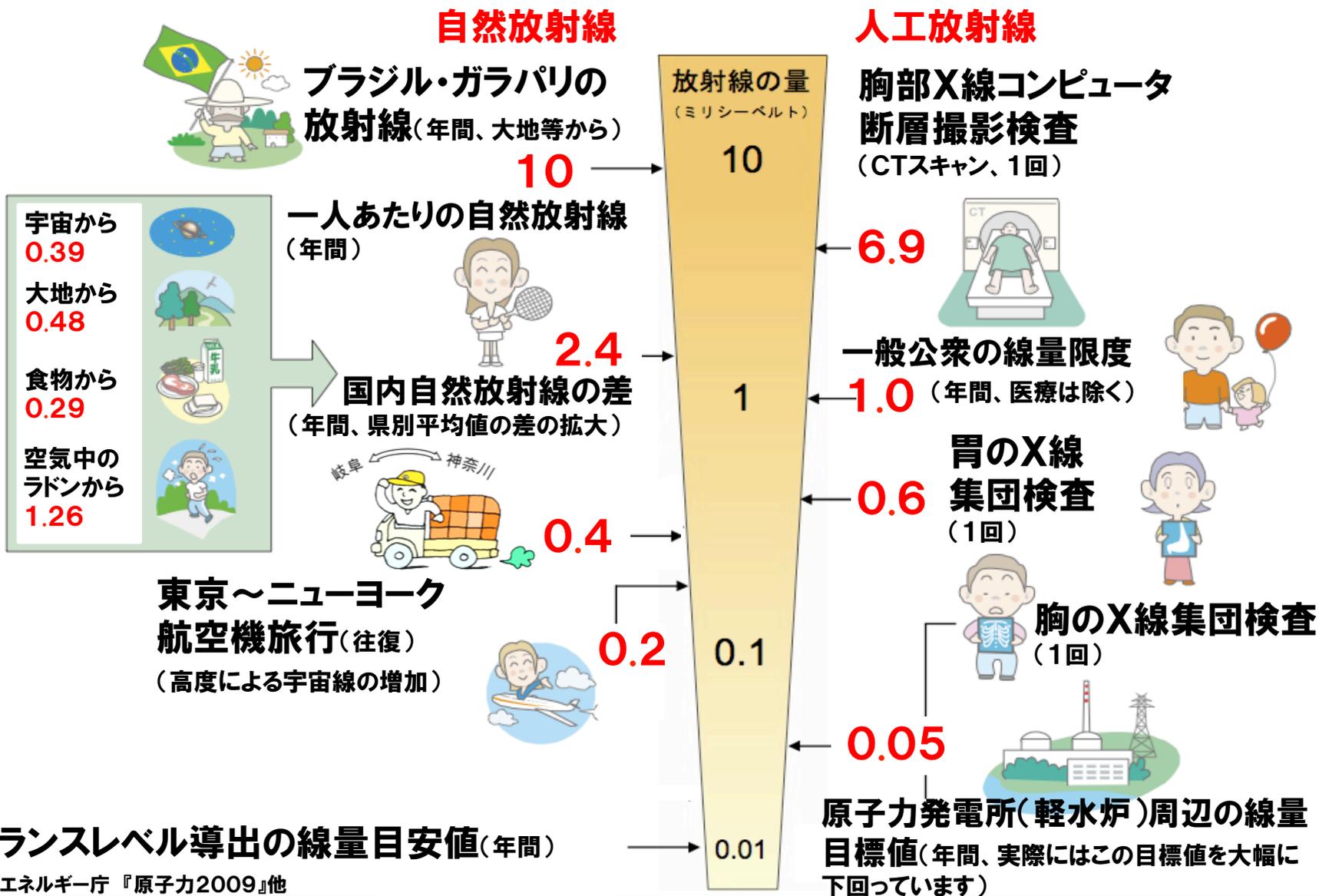
※上記金額は、建設費 (土地代を除く)

# 放射能と放射線



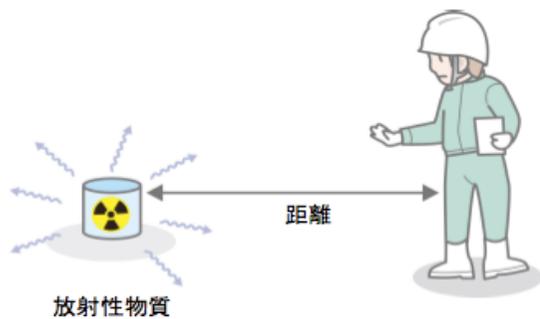
# 日常生活と放射線

放射線は、わたしたちの身の回りに存在しています。

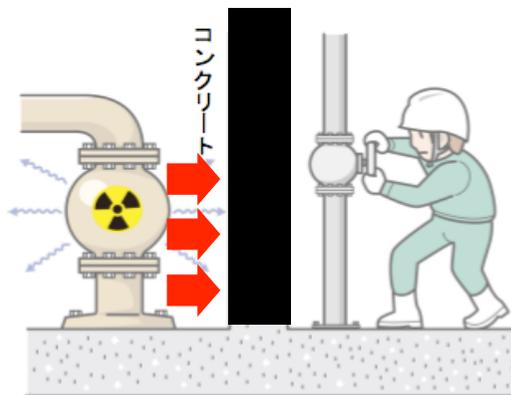


# 放射線防護の基本

## 距離による防護



## 遮へいによる防護



## 時間による防護

