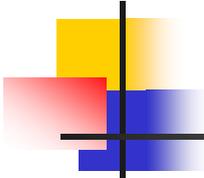


諸外国における使用済燃料を含む 高レベル放射性廃棄物の処分について - 直接処分を中心とした国の事例 -

平成16年7月29日



高レベル放射性廃棄物とは

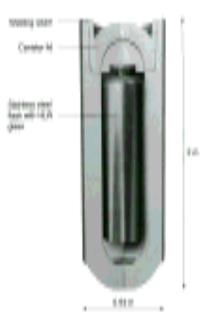
- 原子力発電所で発電に使われた後の燃料は使用済燃料と呼ばれ、エネルギーを発生する過程で生じた高い放射能の物質が含まれています。
- 使用済燃料中のウランやプルトニウムを回収し、有効利用するために、使用済燃料を再処理し、残存する高レベル放射性廃液をガラス原料と共に高温で溶かし、ステンレス製の容器の中で安定な形態に固化（ガラス固化体）します。このガラス固化体を高レベル放射性廃棄物と呼んでいます
- 一方、使用済燃料を再処理せずにそのまま処分する場合は、使用済燃料そのものを高レベル放射性廃棄物と呼んでいます。

なお、諸外国において、高レベル放射性廃棄物のガラス固化体及び使用済燃料とも処分した実績のある国はありませんが、日本も含めて各国において処分の実施に向けての計画に取り組んでいます。

処分廃棄体の構造

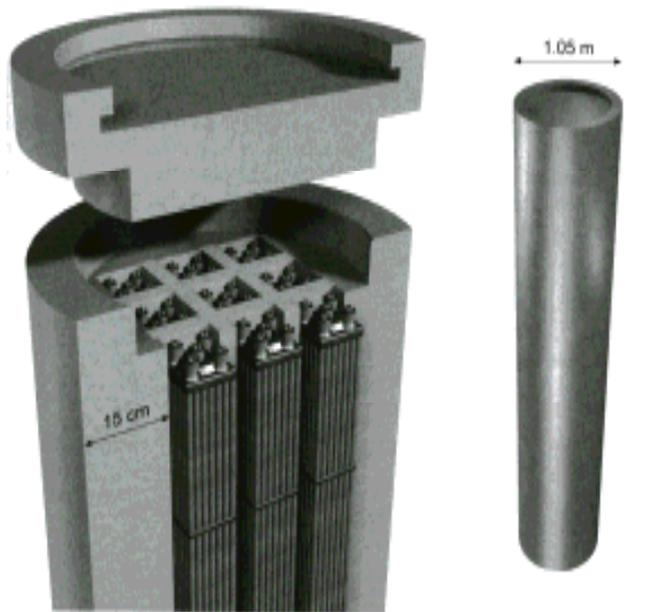
ガラス固化体 + オーバーパック

ガラス固化体内に含まれる成分
・核分裂生成物 (FP) 等



使用済燃料 + キャニスタ

使用済燃料内
に含まれる成分
・ウラン (U)
・プルトニウム (Pu)
・核分裂生成物 (FP) 等



処分廃棄体の比較

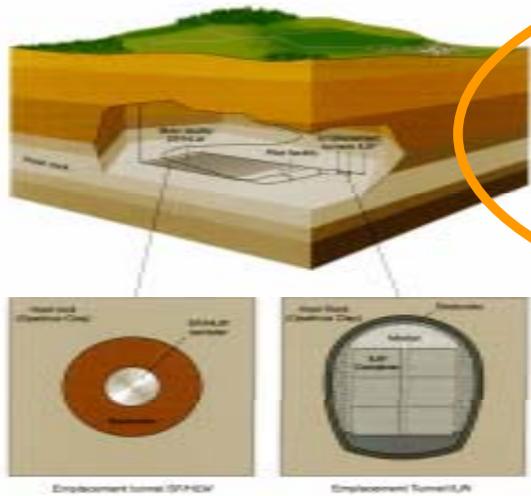
体積 約1.4m³ / 本 (1.64tU / 本)
質量 約9トン 再処理する量

体積 約4.0m³ / 本 (1.56tU / 本)
質量 約27トン

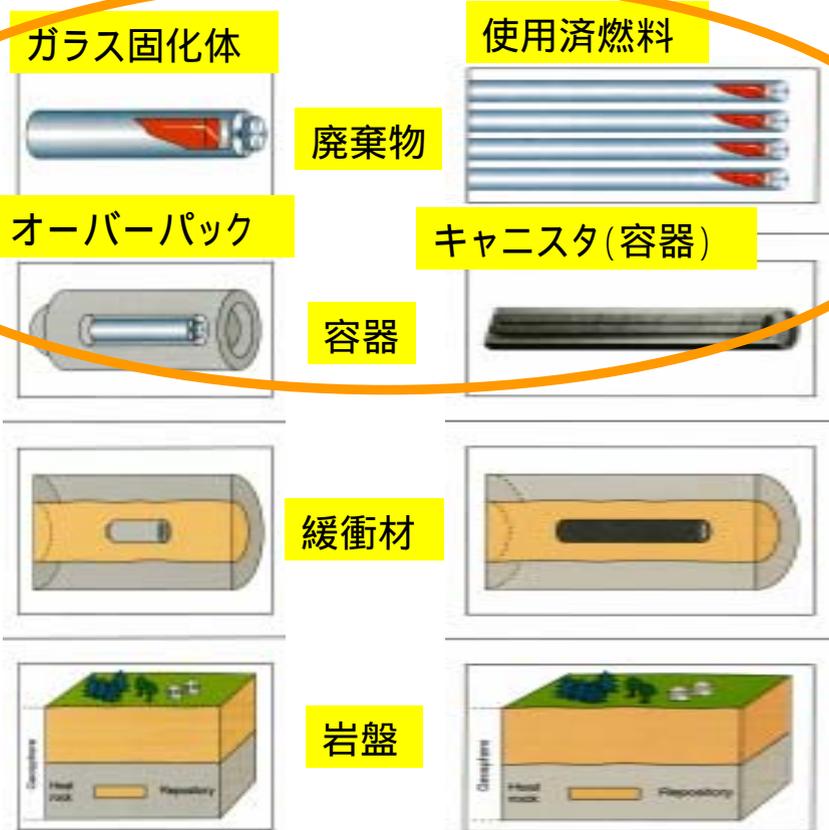
(スイスの例。スイスでは高レベル放射性廃棄物としてガラス固化体と使用済燃料とを処分する計画がある。)

出典: "Project Opalinus Clay, Safety Report" (スイスNagra, 2002)

処分概念（地層処分）



ガラス固化体と使用済燃料の地層処分において、多重バリアシステム(人工バリアと天然バリアの組合せ)という概念は共通である。その内容は、安定な地質環境の地下数百mに掘削した坑道内に、適切に人工バリアを施工(廃棄体を定置)するというものである



(スイスの例)

出典: "Project Opalinus Clay, Safety Report" (スイスNagra,2002)

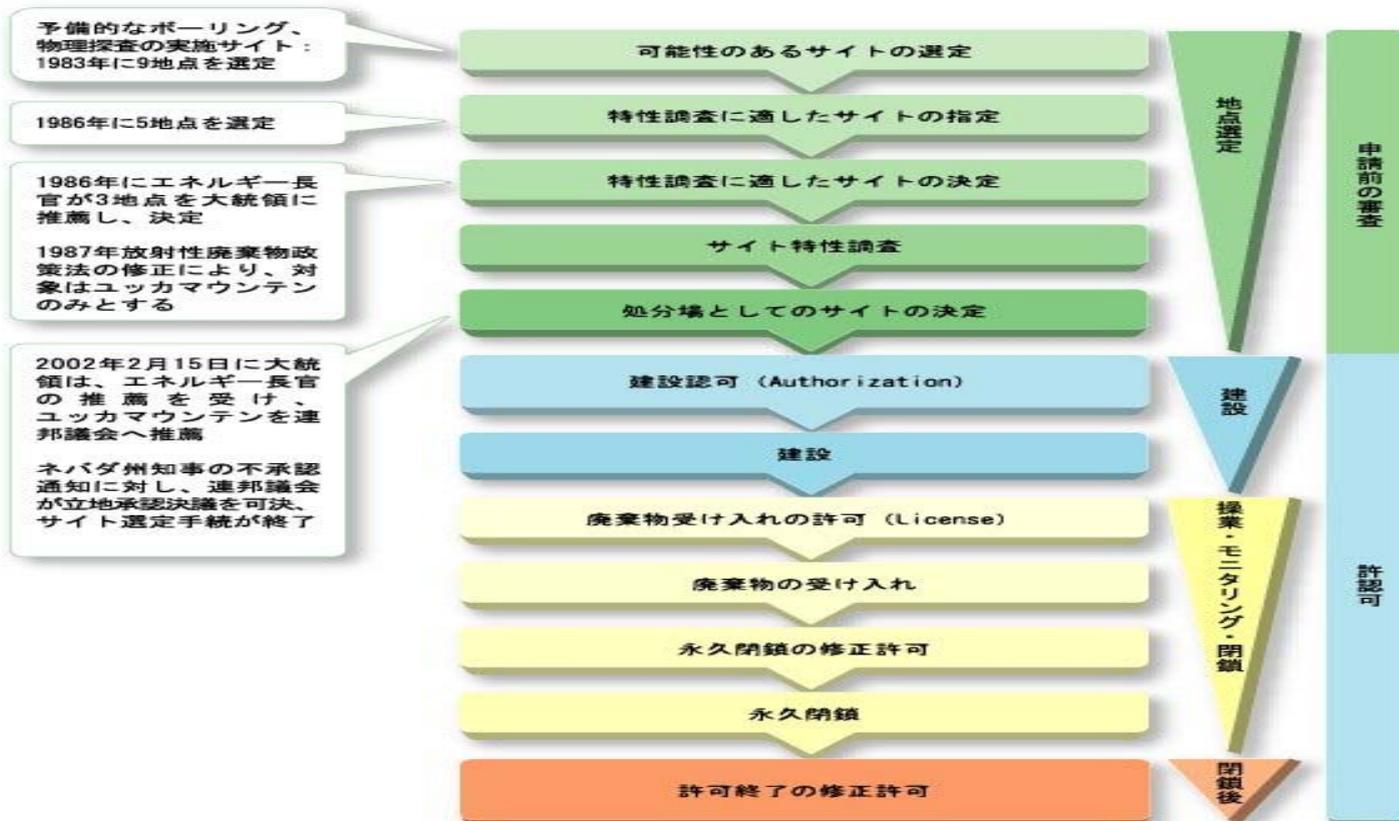
諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分計画の状況

- 直接処分を中心とする国の事例 -

国名	処分候補地及び岩種	処分量	処分施設	処分開始予定時期	処分実施主体	
米国*	ネバダ州ユッカマウンテン 岩種：凝灰岩	70000t (ウラン換算)	深度：200～500m 面積：4.65km ² 処分坑道延長距離： 約56km	2010年	エネルギー省 (DOE)	⇒ 5～6
ドイツ*	ニーダ-ザクセン州ゴアレーベン 岩種：岩塩ドーム (サイト選定手続再検討中)	24000m ³ 〔廃棄体物量(使用済燃料、ガラス固化体、及びキャニスタ、高発熱性TRU廃棄物を含む)〕	深度：840～1200m 面積：未定	2030年	連邦放射線防護庁 (BfS)	⇒ 7～8
スイス*	サイトは未定 岩種：花崗岩 オパリナス粘土	4400t (ウラン換算。うち再処理は約1200t)	深度：400～1000m 面積：未定	2050年	放射性廃棄物管理共同組合 (NAGRA) 〔政府・民間共同出資〕	⇒ 9
フィンランド	ユーラヨキ自治体オルキオト 岩種：結晶質岩	6500t (ウラン換算)	深度：500m(基本ケース) 面積：0.15km ² 処分坑道延長距離：13km (処分量2600tベース)	2020年	ポシヴァ社 (Posiva社) 〔民間〕	⇒ 10
スウェーデン	オスカーシャム エストハンマル 岩種：結晶質岩	9300t (ウラン換算)	深度：400～700m 面積：1～2km ² 処分坑道延長距離：45km	2023年	核燃料・廃棄物管理会社(SKB) 〔民間〕	⇒ 11

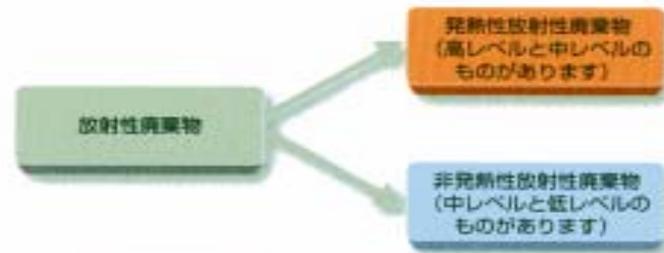
*：高レベル放射性廃棄物として使用済燃料とガラス固化体とを処分する計画(ただし、米国のガラス固化体は国防利用分野で発生)

米国における高レベル放射性廃棄物の処分計画（2）



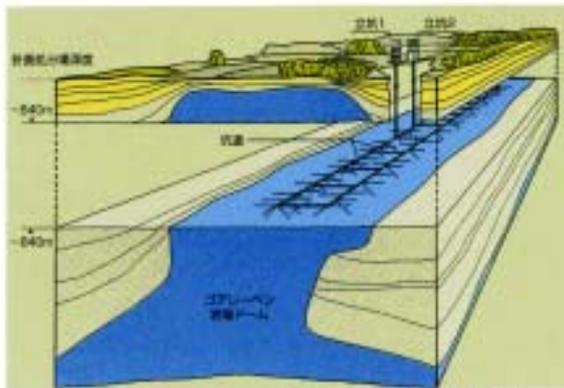
ドイツにおける高レベル放射性廃棄物の処分計画（１）

- ・ 1970年代からゴアレーベンの岩塩ドームに地層処分する方針で調査等を進めてきた。
- ・ 高レベル放射性廃棄物としては使用済燃料とガラス固化体の両方が対象
- ・ 地層処分の方針に変更はないものの、サイト選定手続きや要件などについての見直しが行われている。



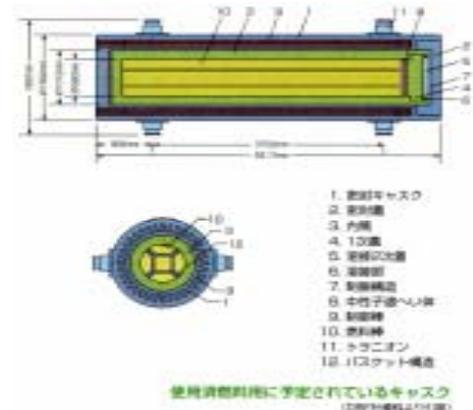
ドイツでは発熱量の違いにより放射性廃棄物の区分がされています

使用済燃料とガラス固化体は発熱性放射性廃棄物と区分されている。



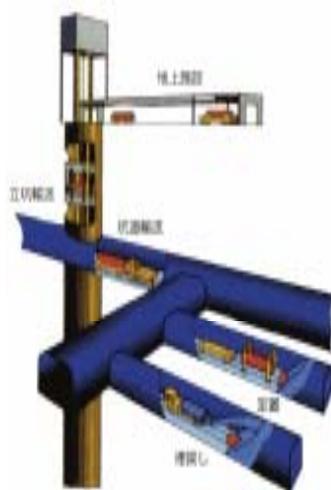
ゴアレーベンでの処分概念イメージ

(DOE社報, Final Disposal and related Waste Managementより引用)

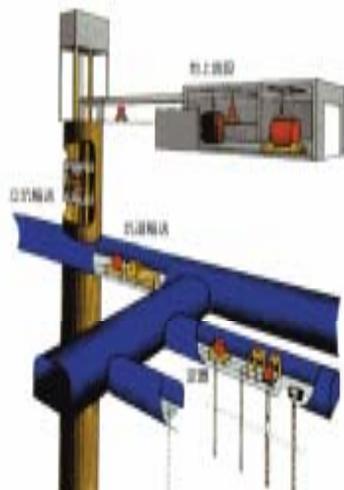


使用済燃料用に予定されているキャスク (DOE社報より引用)

ドイツにおける高レベル放射性廃棄物の処分計画（２）



使用済燃料→処分坑道掘削方式
処分坑道に横向きに廃棄物が定置されます。定置後は、手前の壁のように新しい岩盤で坑道が埋め戻されます。
(ORF社資料より引用)



ガラス固化体→処分孔掘削方式
坑道から下にボーリング孔が掘られ、そこに廃棄物が縦に定置されます。定置後は、新しい岩盤で埋め戻されます。
(ORF社資料より引用)

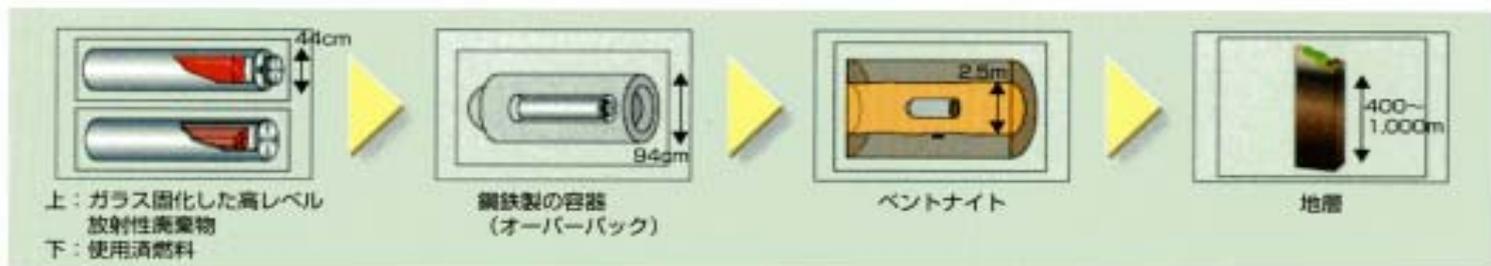
1976年	ニーダーザクセン州が文献調査によるサイト候補選定のプロジェクトチームを設置
1977年	州の提案を受け入れ、ゴアレーベンを決定
1979～1983年	概略サイト特性調査（地表から）
1986年～	詳細サイト特性調査（地下探査）
1999年～	サイト選定手続委員会（AkEnd）の検討開始
2000年	ゴアレーベンでの新たな探査を凍結（3～10年）
2002年	<ul style="list-style-type: none"> 原子力法全面改正により、原子力発電の段階的撤退を法制化 AkEndがサイト選定手続に関する最終報告書を公表

今後の予定

2003年～	サイト選定手続の検討・策定
2030年	処分場の操業

スイスにおける高レベル放射性廃棄物の処分計画

- 使用済燃料、ガラス固化体を対象
- 多重バリアシステム：オーバーパック（鉄製）、緩衝材（ベントナイト）および地層
- 調査対象となっている岩種は、スイス北部の結晶質岩とオパリナス粘土（堆積岩系）



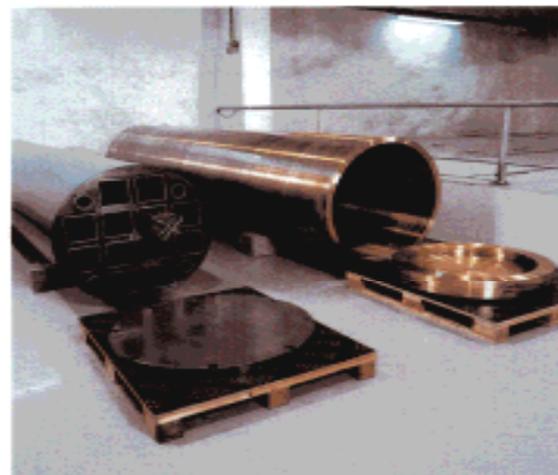
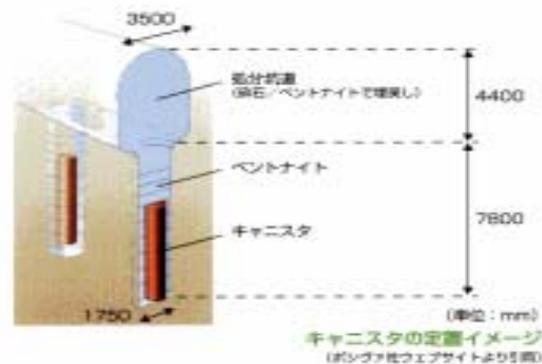
多重バリアシステム
(NAGRAウェブサイトより引用)

フィンランドにおける高レベル放射性廃棄物 (使用済燃料) 処分計画

- オルキルオトの地下約500mの結晶質岩中に使用済燃料を処分
- 多重バリアシステム：キャニスタ、緩衝材（ベントナイト）および地層
- 外側が銅製、内側が鋳鉄製の2重構造の容器に封入して処分（スウェーデンの概念に基づく）

【処分事業の流れ】

1983年	廃棄物管理目標の閣議による原則決定
1983～85年	サイト確定調査
1987～92年	概略サイト特性調査
1993～2000年	詳細サイト特性調査
1998～99年	環境影響評価
1999年	予備的安全評価、オルキルオトを最終処分場として選定し原則決定申請
2000年	閣議が原則決定
2001年	原則決定を議会が承認
～2012年	地下特性調査を含めた詳細調査を行い建設許可申請
～2020年	建設許可取得後、建設を行い、操業許可申請



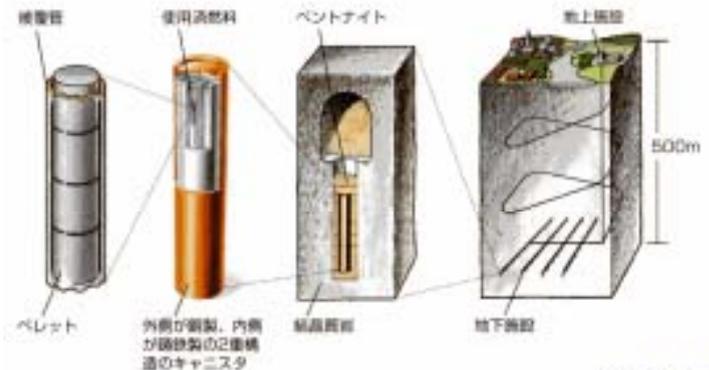
銅-鋳鉄キャニスタ
左の鋳鉄製容器が右の銅製容器に挿入されます。
銅製容器内に使用済燃料の集合体が見えます。
(ボシヴァ社ウェブサイトより引用)

スウェーデンにおける高レベル放射性廃棄物 (使用済燃料) 処分計画

- 地下約500mの結晶質岩中に使用済燃料を処分
- 多重バリアシステム：キャニスタ、緩衝材（ベントナイト）および地層
- 外側が銅製、内側が鋳鉄製の2重構造の容器に封入して処分
- 処分は段階的に計画しており処分量の10%を処分技術の実証のために処分し、結果を評価した後、本格的に処分。

【処分手業の流れ】

1970年代	岩盤の特徴について情報収集
1992～2000年	全国的規模での総合立地調査と8自治体における フィジビリティ調査を実施 等
2000～2002年	SKBがサイト調査を行う3自治体を選定 オスカーシャム自治体議会とエストハンマル自治 体議会はSKBのサイト調査の実施を了承
2002年～ ～2006年	オスカーシャム自治体とエストハンマル自治体 においてサイト調査/環境影響評価を実施 処分場候補地の選定 処分場立地・詳細特性調査・建設の許可申請
2007～2008年	許可申請の審査
2009～2013年	処分場サイトの詳細特性調査及び処分場の建設を 実施
2013年	初期操業のための許可を申請
2015年	初期操業を開始



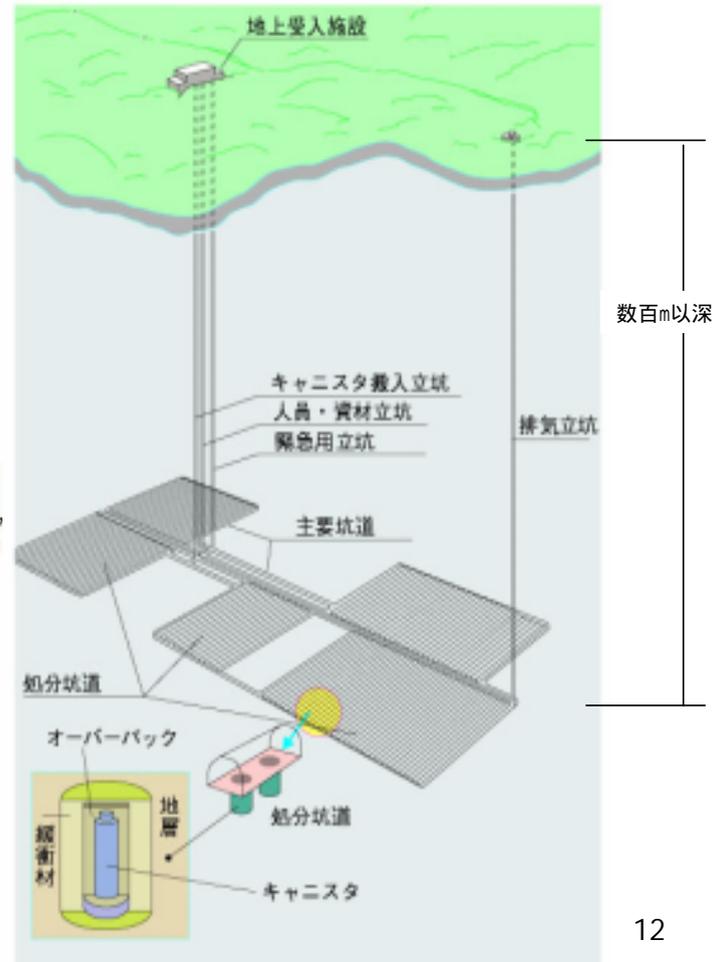
KBS-3概念
(SKB RD&Oプログラムより引用)



(参考) 日本での高レベル放射性廃棄物 (ガラス固化体)の処分(1/2)

■地層処分場の概念

- 再処理で有用物質を分離した後に残存する高レベル放射性廃棄物を安定なガラス固化体にした後、30～50年程度冷却のため貯蔵を行い、その後、地層処分
- 300m以上深い地下に処分
- 多重バリアシステム：天然バリア（長期にわたって安定した岩盤）、人工バリア（ガラス固化体、オーバーパック、緩衝材）



(参考) 日本での高レベル放射性廃棄物 (ガラス固化体)の処分(2/2)

< 処分事業のこれまでの経緯 >

- 1992年 9月 核燃料サイクル開発機構(JNC(当時:動力炉・核燃料開発事業団))が、地層処分の技術的可能性を明示し、研究開発の今後の課題を提示「第1次取りまとめ」
- 1998年 5月 原子力委員会 高レベル放射性廃棄物処分懇談会が「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」をとりまとめ
- 1999年11月 核燃料サイクル開発機構(JNC)が、地層処分について研究開発成果を取りまとめ「第2次とりまとめ」
- 2000年 5月 「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が成立
- 2000年 9月 国が、特定放射性廃棄物の最終処分に関する「基本方針」及び「最終処分計画」を策定
- 2000年10月 処分実施主体「原子力発電環境整備機」(NUMO)設立
- 2002年12月 NUMOが、処分地選定の最初の段階である概要調査地区選定に際し、その候補となる区域について全国の市町村を対象に公募開始

< 処分事業の今後の流れ >

