

高レベル放射性廃棄物処分費用の見積もりについて

平成16年8月
資源エネルギー庁

総合エネルギー調査会原子力部会では、平成11年3月の中間報告(高レベル放射性廃棄物処分事業の制度化のあり方)において、それまでの高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)の地層処分に関する研究開発や原子力委員会での検討成果等から、高レベル放射性廃棄物の処分事業に関し費用の合理的な見積もりが理論的に可能になったと判断し、処分費用の見積もりを行った。

その後、平成12年にいわゆる「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が制定され、同法に基づき、現在、最終処分費用に係る拠出金が徴収されている。

拠出金額の基となっている高レベル放射性廃棄物処分費用の考え方及び平成15年の費用見積もり結果は以下の通り。

1. 費用見積もりの前提

(1) 費用の範囲(参考1)

- ・ 費用の範囲は、事業に伴い必要とされるサイト評価、処分技術の実証などの技術開発から、操業、閉鎖後のモニタリング等の措置までの各費用項目を対象とする。
- ・ 地域共生に要する費用については、現時点では含めていない。本費用は、立地地域において地域共生の具体的な方策が決定された時点において含める。

(2) 処分施設の標準仕様

処分施設は、以下の施設で構成。

- ・ インフラ施設: ガラス固化体を収納した輸送容器を荷揚げする岸壁クレーン等の港湾施設、港湾から処分場まで陸上輸送する専用道路等

- ・地上施設： ガラス固化体をオーバーパックに封入する施設、緩衝材等を成形・製作する施設、受変電設備、管理棟及び土捨て場等。
- ・地下施設： オーバーパックに封入されたガラス固化体(廃棄体)を定置する処分孔、処分孔が並ぶ水平の処分坑道、処分坑道周辺に配置される主要坑道等
- ・地上地下連絡坑道：立坑及び斜坑

人工バリア及び処分施設に関しては、核燃料サイクル開発機構の“第2次取りまとめ”に示された設計の考え方をベースに、以下のような項目について、積算に用いる仕様を設定。(参考3)

- ・地下施設： 深度、支保工、定置方式、地上・地下連絡方式、廃棄体定置間隔、施設のレイアウト、埋戻し・プラグ
- ・緩衝材： 厚さ、密度・ベントナイト混合率、施工方法
- ・オーバーパック： 材料、厚さ

(3) 処分施設の規模

ガラス固化体4万本を処分する施設を設定。

* 当該処分施設の規模(処分施設の全ガラス固化体受入れ本数)とガラス固化体あたりの処分費用との関係について分析したところ、4万本程度以上であれば処分単価は規模にほとんど依存しないこととなったためである。

(4) 処分スケジュール(参考4)

- ・ 2000 年に実施主体を設立
- ・ 2035 年から操業を開始
- ・ 2085 年に処分施設の解体・閉鎖開始
- ・ 2095 年に坑道を閉鎖
- ・ その後 300 年間モニタリング等の措置を実施。

2. 費用の積算方法

(1) 積算の考え方

- ・基本的に、人件費、材料費、機械損料、機械経費などの直接費、及び現場管理費、一般管理費を積上げる。
- ・調査及び地下施設の建設費については、国土交通省の積算基準等に示されている積算方法に基づき、公共工事等に用いられる単価を用いて試算する。建屋等の建設費は、耐震クラス及び建屋構造毎に単位体積当たりの単価の実績を踏まえて算出し、それに各建屋体積を乗じて算出する。建屋等の解体費は、単位面積当たりの建屋解体工事費単価を算出し、それに各建屋面積を乗じて算出する。
- ・インフラ施設については、実績等を用いて算出する。
- ・設備の製作・設置等の費用については、軽水炉プラントにおける類似の設備の費用の実績を参考に算出する。ただし、高レベル放射性廃棄物処分特有の設備については、概念設計に基づき試算する。設備の撤去費については、設備据付費 $\times 0.60$ とする。
- ・施設・設備の維持補修費は、実績を踏まえて算出する。
- ・設備の耐用年数は、実績等を参考にして設定する。

(2) 積算に用いた資料

積算方法

- 建設省土木工事積算基準(平成9年度版)[土木工事積算研究会]
 - 全国標準積算資料 土質調査・地質調査(1994.5)[(社)全国地質調査業協会連合会]、地質調査用人件費機材等価格調査表(付;海上調査用機材価格)(平成9年度)、[(社)全国地質調査業協会連合会]
 - 環境影響評価業務積算資料(平成7年 10 月改訂版)[日本環境アセスメント協会]
- トンネルの施工と積算(1992.7)[(財)建設物価調査会]

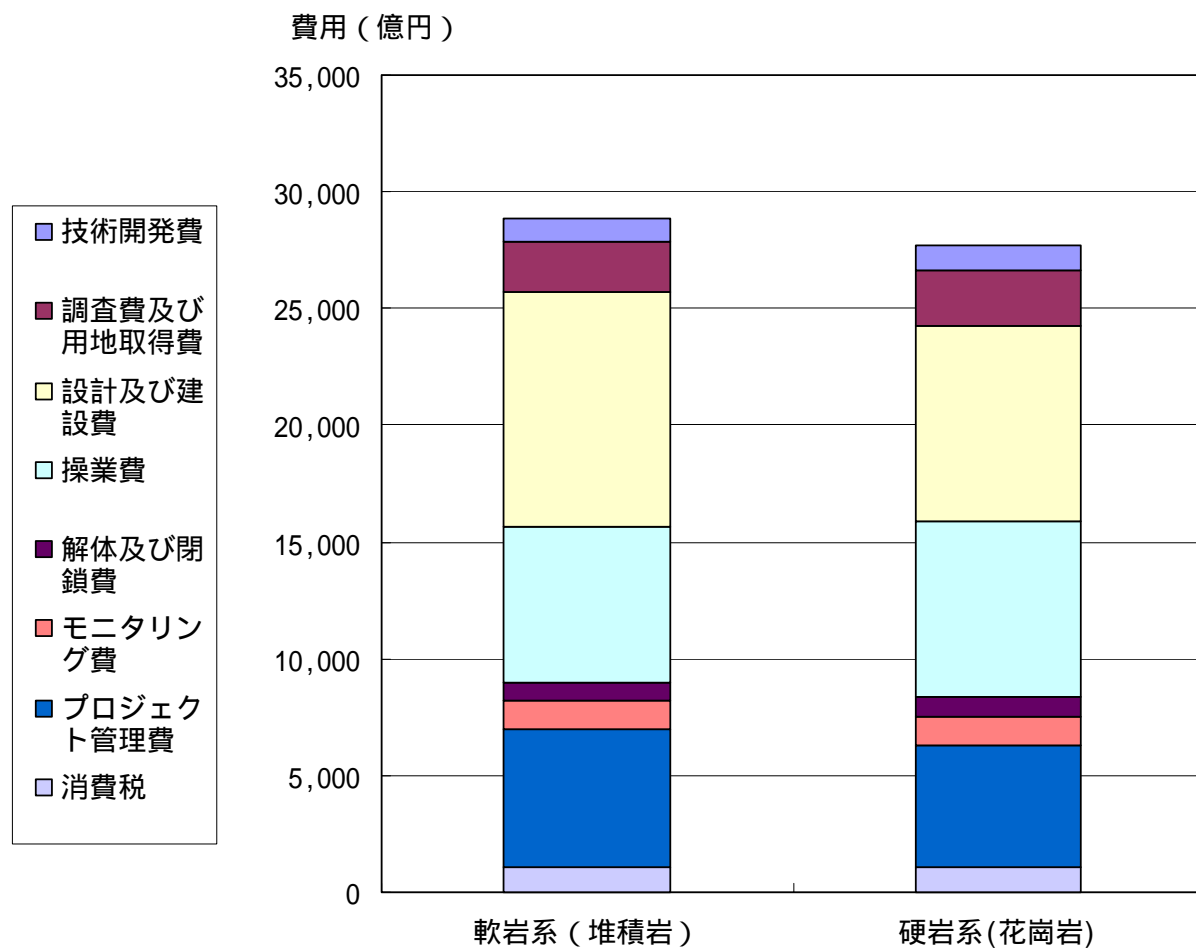
人件費単価

- 賃金センサス(平成15年度版)[財団法人 労働法令協会]
- 建設物価(平成15年7月版)[(財)建設物価調査会]

材料単価・損料

- 1)建設物価(平成15年7月版)〔(財)建設物価調査会〕
-)建設機械等損料算定表(平成9年度版)〔日本建設機械化協会〕
- ハ)物価指数月報(2003.5)〔日本銀行調査統計局〕
- 二)建設統計月報(2003.7)〔国土交通省総合政策局〕 他

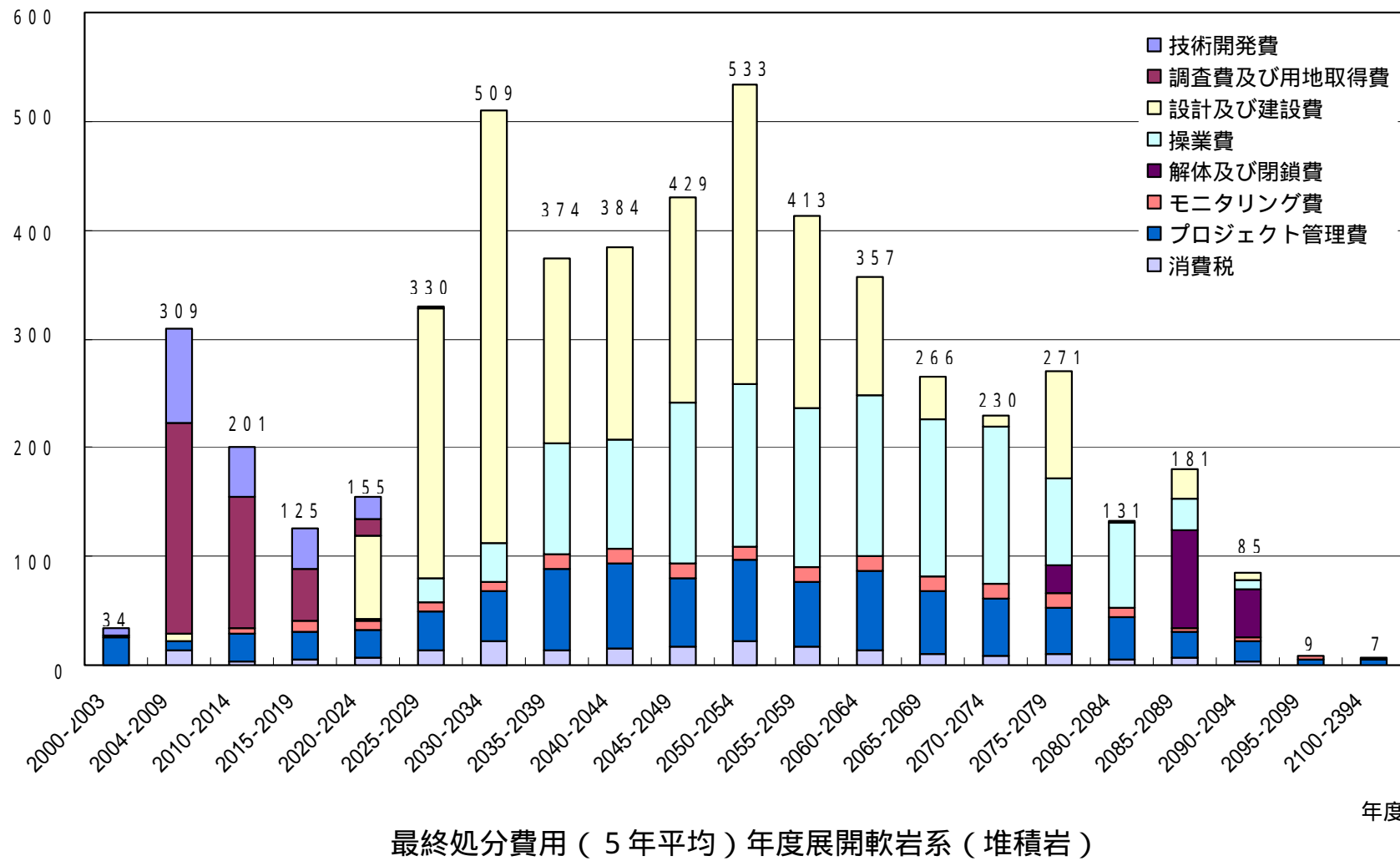
3 . 最終処分費用（平成15年計算）



（単位：億円）

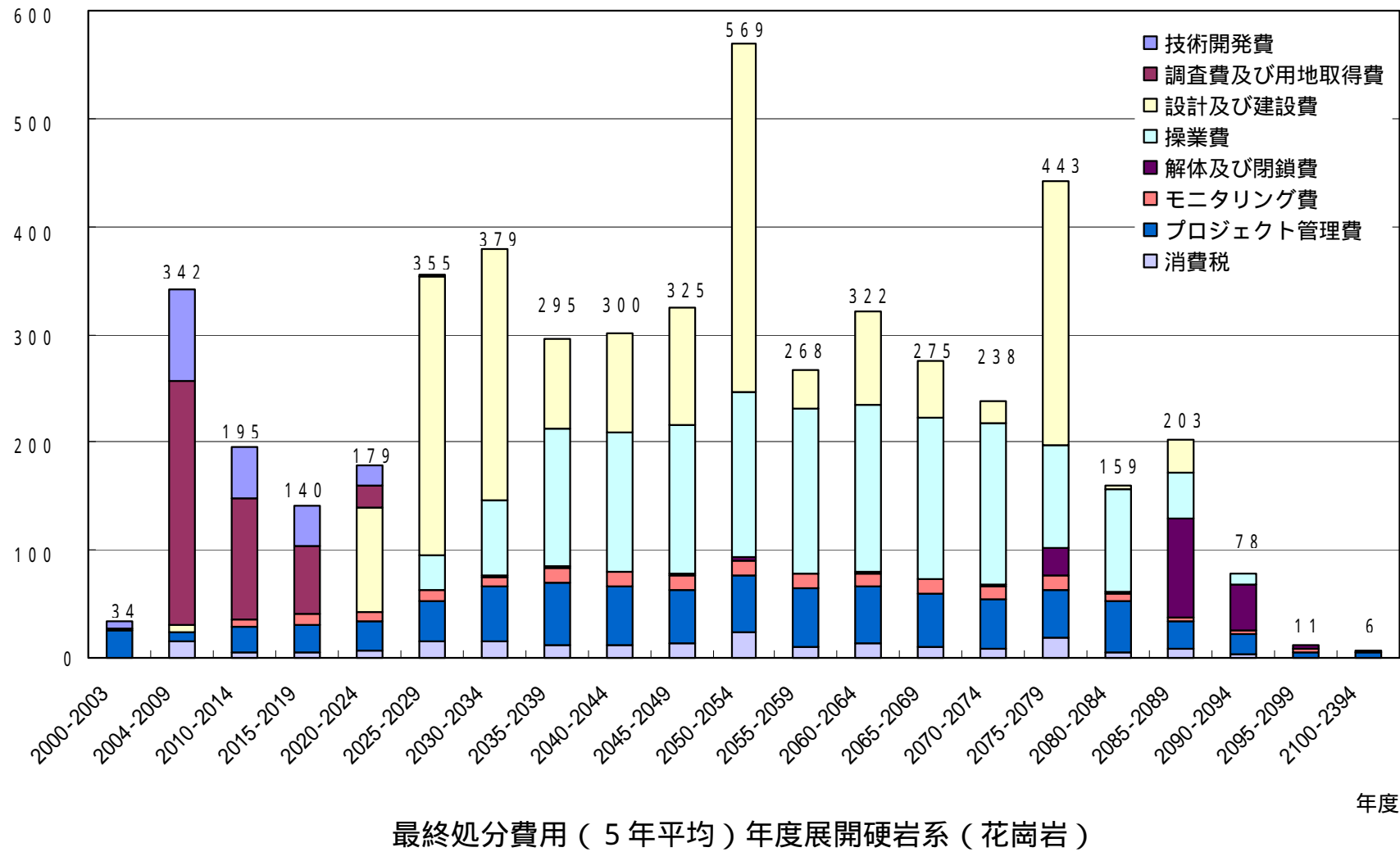
	軟岩系（堆積岩）	硬岩系（花崗岩）	平 均
技術開発費	1,068	1,068	1,068
調査費及び用地取得費	2,081	2,334	2,207
設計及び建設費	10,067	8,383	9,225
地上施設	320	248	284
地下施設	6,423	2,319	4,371
地上設備	1,940	2,537	2,238
地下設備	954	2,848	1,901
そ の 他	428	428	428
操業費	6,672	7,520	7,096
解体及び閉鎖費	798	870	834
モニタリング費	1,189	1,189	1,189
プロジェクト管理費	5,950	5,277	5,614
消費税	1,071	1,049	1,060
合 計	28,899	27,694	28,297

億円/年，期間平均



年度

億円/年, 期間平均



高レベル放射性廃棄物処分費用（H15年）

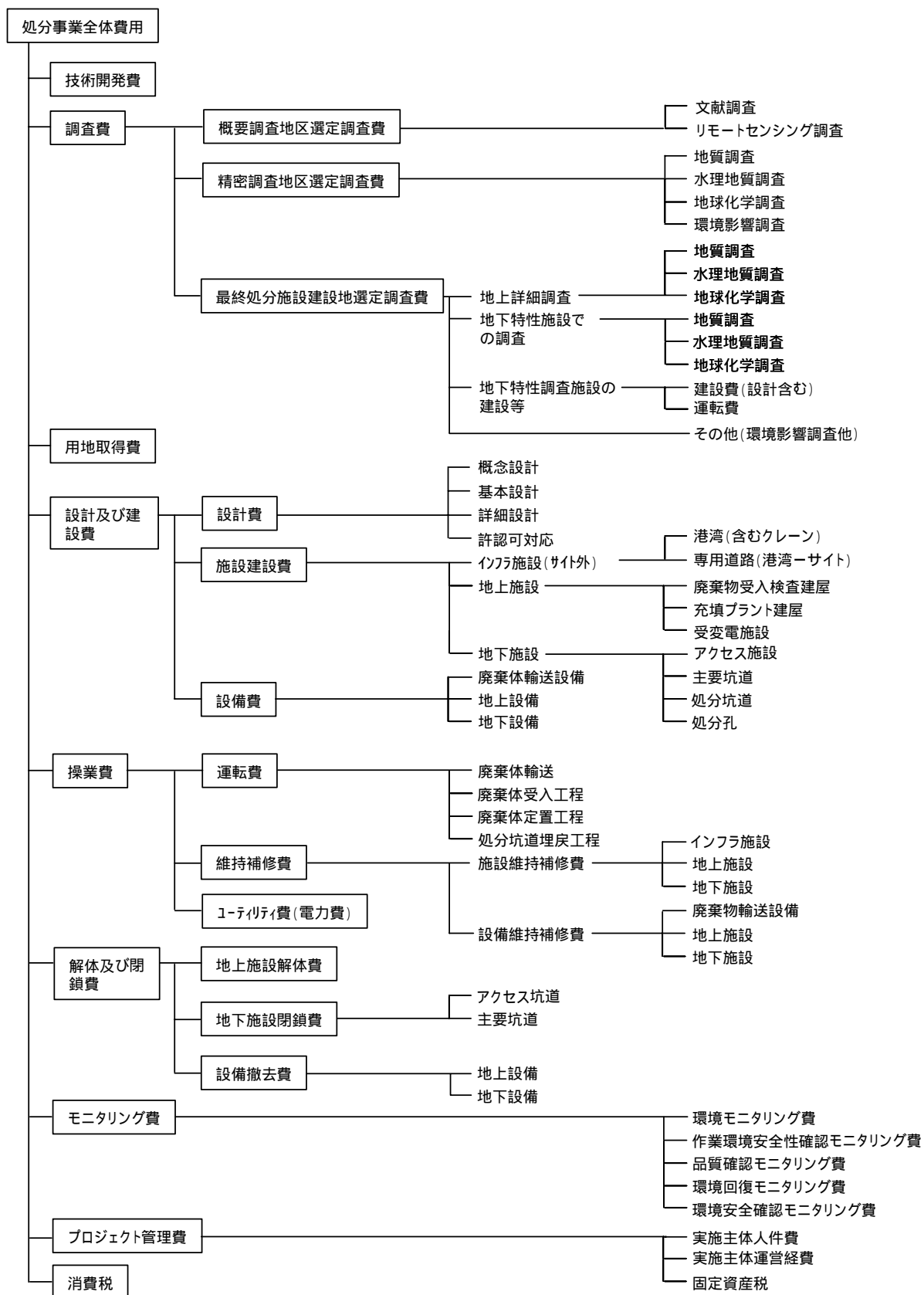
項 目	内 容	内 訳	費用（億円）	
			堆積岩	花崗岩
技術開発費	サイト評価技術	地質環境長期予測技術、深部地下水採取、現地試験等	25	25
	処分技術に係わる技術開発	処分場建設に係わる技術開発（空洞安定性評価技術、ボールドーリング等） 処分場操業に係わる技術開発（緩衝材、オーバーパックの製作、搬送、定置技術等）	513	513
	処分技術実証	天然バリアに係わる処分技術の実証（地下深部環境推測、コアフィルド岩盤特性評価、水理モデル） 人工バリアに係わる処分技術の実証（人工バリアシステムの性能確認試験） 建設・操業に係わる処分技術の実証（掘削技術の確認試験、閉鎖システムの性能確認試験）	528	528
	小 計		1,068	1,068
調査・用地取得費	概要調査地区選定調査	（調査対象範囲 1,000km ² ） 文 献 調 査（地質環境・資源賦存等） リモセン調査（衛星画像等解析、空中写真判読（航空写真） 空中電磁・磁気探査等） そ の 他 実 務（調査計画立案、GISでの地理的環境調査、航空測量、データ解析・管理等、安全評価技術に関する検討、人工バリア設計に関する検討）	313	360
	精密調査地区選定調査	（調査対象範囲 150km ² ） 地 質 調 査（地質調査（地表踏査、リモセン調査再解析、陸上地震探査、トンネル調査等） ボールドーリング調査（ボールドーリング掘削、コア採取・観察、各種 検層（比抵抗・密度・音波・温度・キャリブレーション検層、ボールドーリング観察等） 岩盤物性調査（力学試験）（一軸・三軸圧縮、引張、せん断試験） 物理試験（密度、吸水率、含水量、有効間隙率試験） その他試験（超音波速度、透水、熱的性質）） 水理地質調査（降水量・蒸発散量・流量・流速・流向・水位測定、間隙水圧・透水係数調査） 地球化学調査（地表水質、孔内採水、水質分析、化学分析） 環境影響調査（施設周辺・残土処理施設・未改変区域・道路・港湾調査） そ の 他 実 務（地形測量、データ解析・管理等、安全評価、社会環境比較評価（社会経済的適合性（社会環境、法規制、経済性））、安全評価技術に関する検討（評価シナリオに関する検討、天然バリアに関する検討、人工バリアに関する検討、廃棄体に関する検討、安全評価に関する検討） 人工バリア設計に関する検討）	852	996
	最終処分建設地選定調査	< 地上詳細調査 >（調査対象範囲 50km ² ） 地 質 調 査（地質調査（地表踏査、立坑抗壁観察、トンネル調査測定等） ボールドーリング調査（垂直ボールドーリング、斜めボールドーリング、立坑ボールドーリング） 各種検層（比抵抗・密度・音波・温度・キャリブレーション検層、ボールドーリング観察等） 岩盤物性調査（力学試験、孔内原位置試験、物理試験、その他試験） 水理地質調査（流速・流向・水位測定、間隙水圧・透水係数試験、湧水量測定、蒸発量測定） 地球化学調査（地表水質、孔内採水、水質分析、溶存ガス、希ガス、化学分析） そ の 他 実 務（データ解析・管理等（調査結果の解析、データの管理、総合的なとりまとめ） 安全評価技術に関する検討、人工バリア設計に関する検討）		

項 目	内 容	内 訳		費用（億円）	
				堆積岩	花崗岩
	最終処分建設地選定調査	< 地下特性施設での調査 > 地 質 調 査（地質調査（横坑壁観察、先進ボーリングカットिंगス調査、坑壁サンプル採取等） 岩盤物性調査（室内試験）（一軸・三軸圧縮、引張、せん断、密度、吸水率、含水量、有効間隙率試験） 岩盤物性調査（原位置試験）（平板載荷試験、せん断試験（ロック）等、初期地圧測定、坑壁弾性波試験）水理地質調査（蒸発散量観測、坑内透水・水圧試験、ボーリング孔内透水・水圧試験等） 地球化学調査（孔内採水、水質分析、溶存ガス、希ガス、化学分析） 環境影響調査（施設周辺・残土処理施設・未改変区域・道路・港湾調査） その他実務（データ解析・管理等（調査結果の解析、データの管理、総合的なとりまとめ） 安全評価（天然バリアに関する検討、人工バリアに関する検討、安全評価に関する検討） 安全評価技術に関する検討、人工バリア設計に関する検討） < 地下特性調査施設の建設等 >			
		堆積岩	花崗岩		
		建設費（設計含む）			
		地上施設（研究管理施設、室内試験施設、資料保管施設、ワークショップ）			
		地上設備（受変電設備、排水・排水処理設備、換気設備、コンクリートチャージング設備）			
		地下施設 ・立坑：坑径 6.5m、520m/本×2 本、ショートステップ工法、支保あり ・横坑：断面積 6.25m ² 、8,000m、機械工法、支保あり	地下施設 ・立坑：坑径 6.5m、1、000m/本×2 本、ショートステップ工法、支保あり ・横坑：断面積 6.25m ² 、7,400m、機械工法、支保なし		
		地下設備（立坑昇降設備（掘削ずり搬送用、人員・資材搬送用））			
		運転費（施設維持補修、コンクリートチャージング等運転、ユーティリティー費）			
		その他（解体・撤去費）			
		用地取得費（面積 12km ² ）	用地取得費（面積 10km ² ）	916	977
	小 計		2,081	2,334	
設計及び建設費		堆積岩	花崗岩		
	地上施設	廃棄体受入検査建屋、充填プラント建屋、受変電施設、その他施設		320	248
	地下施設	・アクセス施設：廃棄体・緩衝材搬送用アクセス坑道：斜坑、4,975m×1 本、掘削ずり・埋戻材搬送用立坑：坑径 6.5m、520m×2 本 人員・資材搬送用立坑：坑径 6.5m、520m×2 本 ・主要坑道：坑底施設（875 千円 / m） 円形直径 5.06m、2,824m、支保あり 主要坑道（1,541 千円 / m） 円形直径 5.06m、58,764m、支保あり ・処分坑道：（1,398 千円 / m） 約 300km、円形直径 5.06m、支保あり ・処 分 孔：（764 千円 / m）	・アクセス施設：廃棄体・緩衝材搬送用アクセス坑道：斜坑、9,567m×1 本掘削ずり・埋戻材搬送用立坑：坑径 6.5m、1,000m×2 本 人員・資材搬送用立坑：坑径 6.5m、1,000m×2 本 ・主要坑道：坑底施設（391 千円 / m）,幌型,幅 4.4m・高さ 3.78 m,2,824m,支保あり 主要坑道（473 千円 / m）,幌型,幅 4.4m・高さ 3.78 m,40,504m,支保あり ・処分坑道：（430 千円 / m） 幌型,幅 4.4m・高さ 3.78m、約 190km、剥落防止の吹き付け支保 ・処 分 孔：（742 千円 / m）	6,423	2,319
	地上設備	廃棄物受入検査設備、排水処理設備（建設 / 操業用） 受変電設備（メンテナンス、閉鎖配電盤、監視用操作盤、リレー盤） その他設備（地下施設用換気空調設備、中央管理棟設備、緩衝材製作設備）		1,940	2,537
	地下設備	地下排水設備 12m ³ / 分 / ポンプ×3 台（予備 1）	地下排水設備 27m ³ / 分 / ポンプ×6 台（予備 1）	954	2,848
	照明設備				

項 目	内 容	内 訳	費用（億円）	
			堆積岩	花崗岩
	その他	概念設計（インフラ施設、地上施設、地下施設、地上設備、地下設備） 基本設計（インフラ施設、地上施設、地下施設、地上設備、地下設備） 詳細設計（インフラ施設、地上施設、地下施設、地上設備、地下設備）	428	428
		インフラ施設（港湾施設、専用道路、排水路）		
		廃棄体輸送設備（輸送車両 4 台、伴走車両 2 台、その他（検査機器（輸送時放射線管理等）岸壁クレーン））		
	小 計		10,067	8,383
操業費	運転費	廃 棄 体 輸 送（輸送キャスク、陸上輸送関係） 廃 棄 体 受 入 工 程（廃棄体受入・封入・検査、廃棄物処理） 廃 棄 体 定 置 工 程（廃棄体定置、緩衝材定置） 処分坑道埋戻し工程（処分坑道埋戻し、処分坑道プラグ施工、ボアホールプラグ施工） その他設備運転管理（排水処理施設その他（地上地下連絡設備、廃水処理設備、中央管理棟、資材置場、支保材置場、車両整理場、固体廃棄物保管設備、斜坑出入管理設備）コンクリートバッチャ - プラント設備）	3,884	2,960
	維持補修費（施設）	インフラ施設（港湾施設（含むクレーン）搬送道路、その他（排水施設）） 地 上 施 設（廃棄体受入検査建屋、その他（受変電施設、アクセス坑口施設建屋、中央管理棟等）） 地 下 施 設（アクセス坑道、主要坑道、処分坑道）	364	170
	維持補修費（設備）	廃棄物輸送設備（キャスク、その他（輸送車両等）） 地 上 設 備（廃棄物受入検査設備、排水処理設備（建設ノ操業用）受変電設備、その他設備） 地 下 設 備（地下排水設備、その他設備（掘削ズリ破碎設備等）	1,710	2,989
	ユーティリティ費	電力費	714	1,401
	小 計		6,672	7,520
	解体・閉鎖費	地上施設解体費（施設解体費、コンクリート処分費） 地下施設閉鎖費（アクセス坑道（埋戻し、プラグ施工）主要坑道（埋戻し、プラグ施工））	616	530
	設備撤去費	地上設備（廃棄物受入検査設備、排水処理設備（建設ノ操業用）受変電設備、その他設備：地下施設用換気空調設備、中央管理棟設備、緩衝材製作設備、プラグ搬送設備） 地下設備（地下設備撤去費、解体廃棄物処分費） そ の 他（廃棄物輸送設備）	183	341
	小 計		798	870
モニタリング費		環境モニタリング、作業環境安全性確認モニタリング、品質確認モニタリング、環境回復モニタリング、環境安全確認モニタリング、その他（全モニタリング管理システム）	1,189	1,189
プロジェクト管理費		実施主体人件費、実施主体運営費、固定資産税	5,950	5,277
消費税		消費税	1,071	1,049
合 計			28,899	27,694

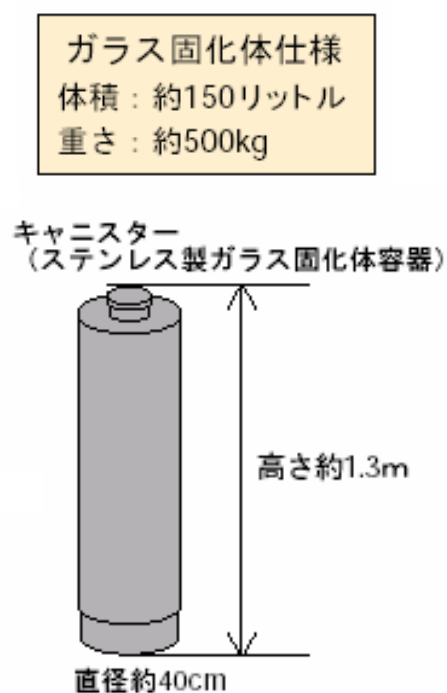
(参考1)

費用の範囲



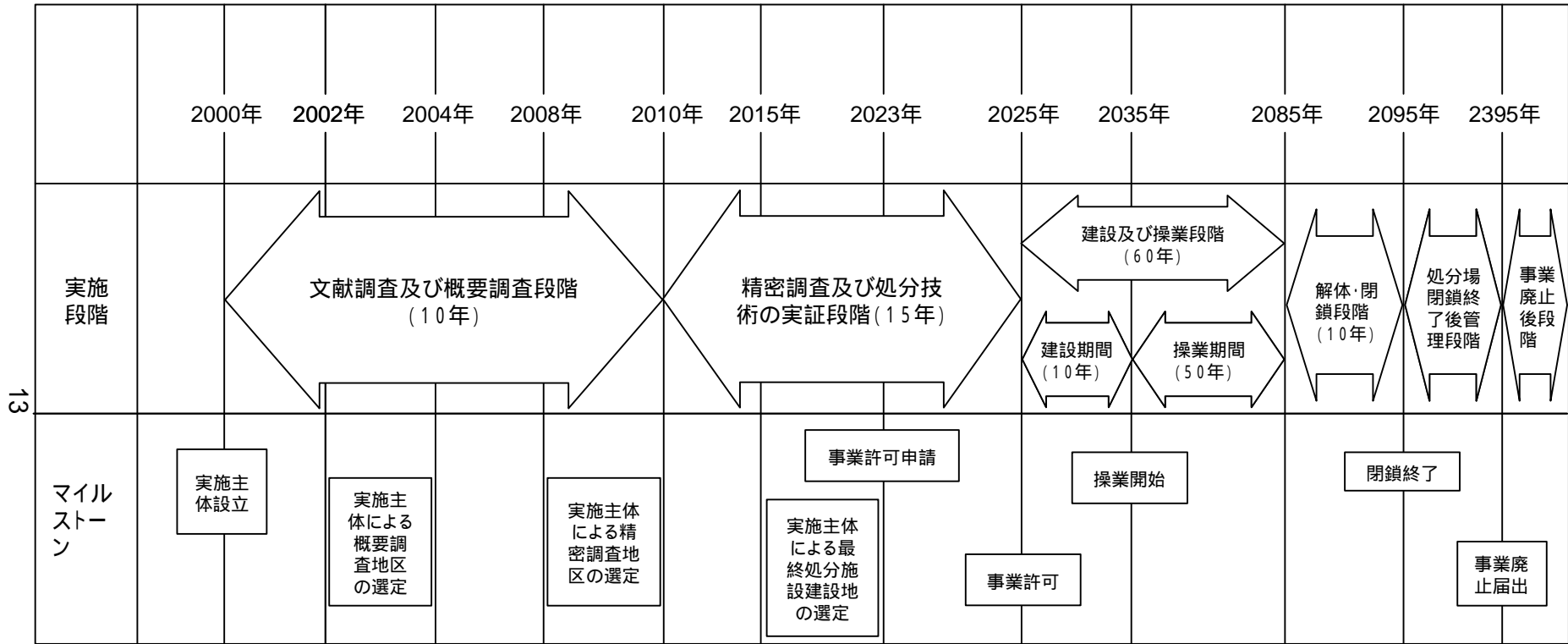
(参考2) 想定した高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)

ガラス固化体の発熱量は、六ヶ所再処理施設の設計仕様(平均燃焼度45,000MWd/tの使用済燃料を年間800t再処理した場合、ガラス固化体が1,000本発生)に基づく。



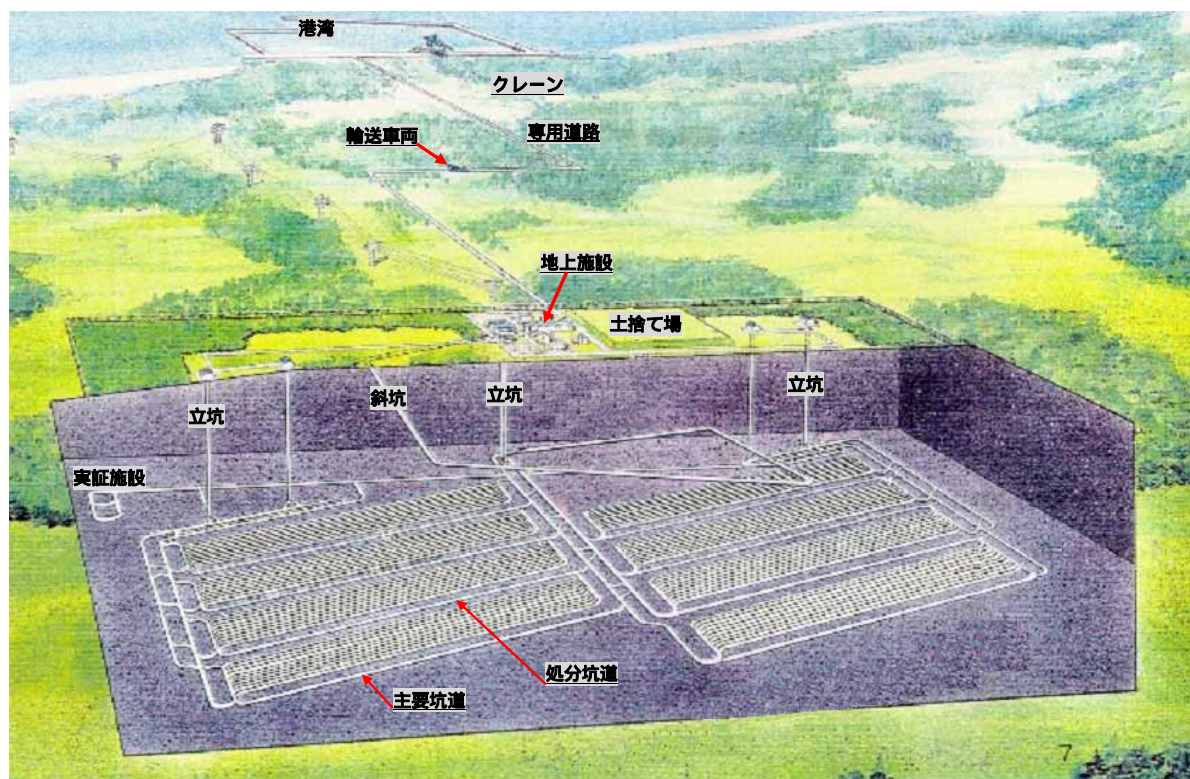
(参考3) 人工バリア及び処分施設についての具体的な想定

	軟岩系(堆積岩)	硬岩系(花崗岩)
深度	500m	1,000m
支保	コンクリート製セグメント	支保なし
緩衝材厚さ	70cm	70cm
緩衝材施工方法	ブロック型	ブロック型
オーバーパック材質	炭素鋼	炭素鋼
オーバーパック厚さ	19cm	19cm
地下施設へのアクセス方法	斜坑及び立坑	斜坑及び立坑



費用試算に当たり設定した高レベル放射性廃棄物処分スケジュール(案)

(参考5) 処分施設の概念



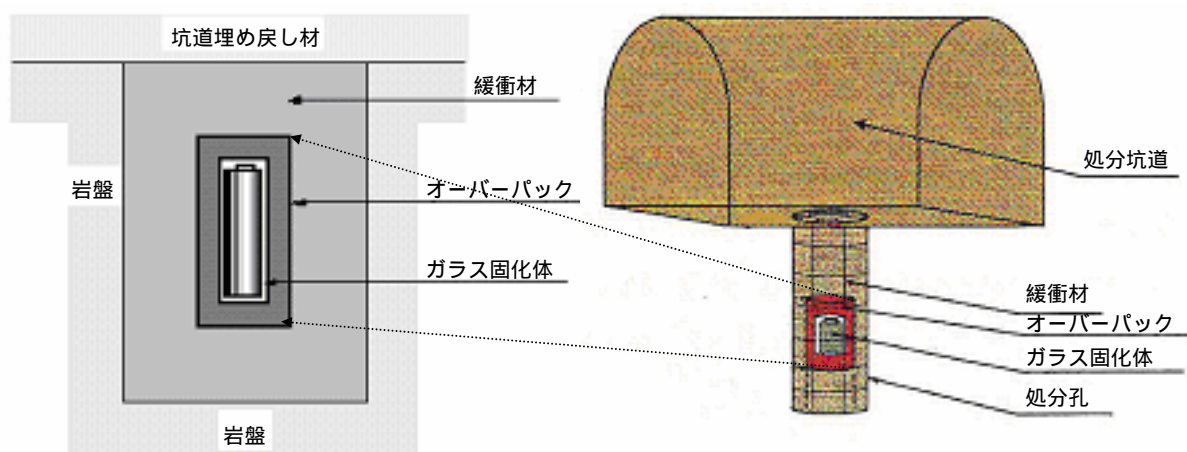
処分施設のイメージ

廃棄体の定置方法

定置方式：処分孔縦置き方式
 廃棄体定置間隔：7.5m(軟岩系)、4.7m(硬岩系)
 処分坑道離間距離：12m(軟岩系)、10m(硬岩系)

埋戻し・プラグ材料

下部埋戻し：ベントナイト混合率 20%
 上部埋戻し：ベントナイト混合率 50%
 強度プラグ材：コンクリート
 止水プラグ材：高圧縮ベントナイトブロック



緩衝材仕様

厚 さ：70cm
 乾 燥 密 度：1.6g/cm³
 ベントナイト混合率：70%

人工バリアの概念