

基本シナリオの核燃料サイクルコスト比較 に関する報告書

平成 16 年 11 月

原子力委員会
新計画策定会議
技術検討小委員会

目 次

第 1 章	はじめに	1
第 2 章	使用済燃料の直接処分場に関する概念検討方法	3
2.1	使用済燃料の直接処分における固有の課題	3
(1)	ガラス固化体処分との違いによる課題	3
(2)	直接処分固有の課題を踏まえたコスト試算の考え方	3
2.2	使用済燃料の仕様の設定	7
(1)	使用済燃料の仕様	7
(2)	使用済燃料における冷却期間と発熱量の関係	8
2.3	直接処分場の設計検討	9
(1)	地下施設	10
(2)	インフラ施設及び地上施設	16
2.4	不確定要素に関する感度解析	21
(1)	不確定要素の整理と取扱い	21
(2)	コスト試算のための感度解析のケース分け	21
第 3 章	安全に関する予備的評価	22
3.1	予備的な核種移行評価	22
(1)	評価の目的と前提	22
(2)	概念モデル	23
(3)	評価内容	24
(4)	評価結果	30
(5)	予備的な核種移行評価のまとめ	31

第4章 臨界に関する予備的評価	32
4.1 予備的評価の前提	32
(1) 使用済燃料の直接処分時の臨界可能性について	32
(2) 処分体系（キャニスター）内での臨界可能性評価の前提条件（1）	32
(3) 処分体系（キャニスター）内での臨界可能性評価の前提条件（2）	33
4.2. 使用済ウラン燃料での解析	34
(1) 処分体系内での臨界可能性の評価(燃焼度の相違による変化)	34
(2) 処分体系内での臨界可能性の評価(核分裂生成物の考慮の有無による相違)	34
4.3. 使用済MOX燃料での解析	35
(1) 処分体系内での臨界可能性の評価	35
4.4 解析結果のまとめ及び諸外国の評価との相違	36
(1) 解析結果のまとめ	36
(2) 諸外国の評価との相違	36
第5章 使用済燃料の直接処分場の概念設計	37
5.1. 処分場の概念及び仕様	37
(1) 処分施設の概念	37
(2) 掘削工法の概要	37
(3) 操業の概要	39
(4) 埋め戻し施工の概要	40
5.2 処分坑道及び主要坑道の寸法、諸元（定置方式、使用済燃料収納体数別）	41
(1) 処分坑道断面（縦置）	41
(2) 主要坑道断面（縦置）	42
(3) 処分坑道断面（横置）[補足検討ケース]	42
(4) 主要坑道断面図（横置）[補足検討ケース]	43
5.3 熱解析	44
(1) 熱解析モデル	44
(2) 緩衝材制限温度（100℃）に対する設計上の裕度について	45
(3) 使用済MOX燃料の取扱い	50
5.4 熱解析結果のまとめ	51
(1) 熱解析結果のまとめ	51
(2) 各国における専有面積に関する設計比較	57
5.5 処分場パネル設計	58
(1) パネル設定の考え方	58
(2) 地下施設	60
(3) 処分場寸法(まとめ)	68

第 6 章 使用済燃料の直接処分場の費用	70
6.1 事業スケジュールの想定	70
6.2 コスト試算の設定基準	71
6.3 コスト試算の設計基準	72
6.4 使用済燃料の直接処分の各ケースの処分場の諸元データ	73
6.5 各ケースにおける使用済燃料の直接処分のコスト試算結果	74
6.6 使用済燃料の直接処分場の各ケース毎の費用及び処分単価	76
(1) 各ケース毎の費用(核燃料物質等取扱税を除いた処分費用)	76
(2) 各ケース毎の処分単価(核燃料物質等取扱税を除いた処分単価)	76
第 7 章 核燃料サイクルコスト	78
7.1 コスト算定にあたっての方針	78
7.2 コスト算定方法	78
(1) コスト算定対象	78
(2) コスト算定方法	79
(3) コスト算定方法の詳細	80
(4) シナリオ 1 について	81
(5) シナリオ 2 について	83
(6) シナリオ 3 について	84
(7) シナリオ 4 について	85
(8) 各シナリオの事業要素と時間軸	86
7.3 コスト算定結果	88
(1) 使用済燃料直接処分費用算定結果	88
(2) 各事業要素のトン当たり単価設定	89
(3) 割引率 2 % における算定結果	90
(4) 割引率 1 %、3 % における算定結果	90
7.4 政策変更コスト	91
(1) コスト算定対象と算定方法	91
(2) 六ヶ所再処理施設関連コストの算定結果	91
7.5 算定結果のまとめ(割引率 2 %)	93

第 8 章 技術上の留意事項	99
8.1 使用済燃料の直接処分コスト算定結果に関する留意点	99
8.2 信頼性の高い直接処分のコスト評価を行うための 安全評価及び設計・施工における課題	100
(1) 使用済燃料の 直接処分における、より信頼性の高いコスト評価	100
(2) 使用済燃料の直接処分に関する安全評価上の課題	100
(3) 使用済燃料の直接処分の設計・施工上の課題	102
(付録 1)	
技術検討小委員会開催実績	104
(付録 2)	
委員名簿	105
[付属資料]	
付属資料 - 1 : 使用済燃料の直接処分のコスト試算における各費用項目の内訳 及び費用の年度展開	
付属資料 - 2 : 高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)処分費用の見積もりにつ いて	
付属資料 - 3 : 使用済燃料の直接処分に関する海外事例	
付属資料 - 4 : 使用済燃料の直接処分の諸外国における臨界に関する評価例	

第1章 はじめに

原子力委員会は、新しい「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」を平成17年中にとりまとめることを目指して、本年6月15日に「新計画策定会議」を設置し、この会議は、本年6月21日から新計画の策定に向けて検討を開始した。会議は、策定の進め方について議論した結果、先ず最初に「核燃料サイクル」政策のあり方について検討を行うこととし、そのために、今後の核燃料サイクルの進め方について、使用済燃料の取り扱いに関する次の4通りの基本シナリオを想定した。

シナリオ1：使用済燃料は、適切な期間貯蔵された後、再処理する。

シナリオ2：使用済燃料は、再処理するが、再処理能力を超えるものは直接処分する。

シナリオ3：使用済燃料は、直接処分する。

シナリオ4：使用済燃料は、当面貯蔵し、その後再処理するか、直接処分するかのいずれかを選択する。

そして、これらの基本シナリオを、安全の確保、エネルギーセキュリティ、環境適合性、経済性、核不拡散性、技術的成立性、社会的受容性、選択肢の確保、政策変更に伴う課題、海外の動向の各視点から総合的に評価することとした。今回の評価においては、原子力発電の設備容量を、総合資源エネルギー調査会「2030年のエネルギー需給展望」のリファレンスケースを基に、2000年から2060年までの原子力発電電力量を約25兆kWh（原子力発電の設備容量は今後増大していくが、2030年以降58GWで一定）と想定した。

以上の評価の視点のうち、経済性の視点からの評価のためには、使用済燃料の直接処分に係る費用の試算、前記の4つの基本シナリオについての核燃料サイクルコストの算定等の専門技術的事項の調査検討が必要であると判断された。そこで、原子力委員会は、策定会議にこうした経済性の評価に資する専門技術的検討を行う「技術検討小委員会」を設置し、直接処分方法等の概念の整理 これまでの経済性試算の確認 コスト試算の前提及び試算方法の整理 コスト試算 a) 直接処分のコストの計算 b) 直接処分に関する不確定要素の検討 c) 策定会議の指示するシナリオにおける燃料サイクルコストの計算 その他専門技術的な事項の調査検討を付託した。この小委員会は6回の会合を開催して付託された技術検討を行い、第10回の新計画策定会議までにその成果を報告し、任務を終了した。

この報告書は、技術小委員会の第1回から第6回会合までの審議に付された内容を取りまとめたもので、全体は8章から構成されている。序章である本章に続く第2章は「使用済燃料の直接処分に係る概念検討方法」、第3章は「安全に関する概念検討方法」、第4章は「臨界に関する予備的評価」、第5章は「使用済燃料の直接処分場の概念設計」、第6章は「使用済燃料の直接処分場の費用」、第7章は

「核燃料サイクルコスト」、第 8 章は「技術上の留意事項」について述べており、付録 1 に技術検討小委員会開催実績、付録 2 に委員会名簿を記載している。

第2章 使用済燃料の直接処分場に関する概念検討方法

2.1 使用済燃料の直接処分における固有の課題

使用済燃料の直接処分に関するコスト試算は、図 2-1-1 に示す手順で実施した。検討は最初にガラス固化体処分との相違点を課題として抽出し、次にそれぞれの課題を踏まえコスト試算方法を検討した。

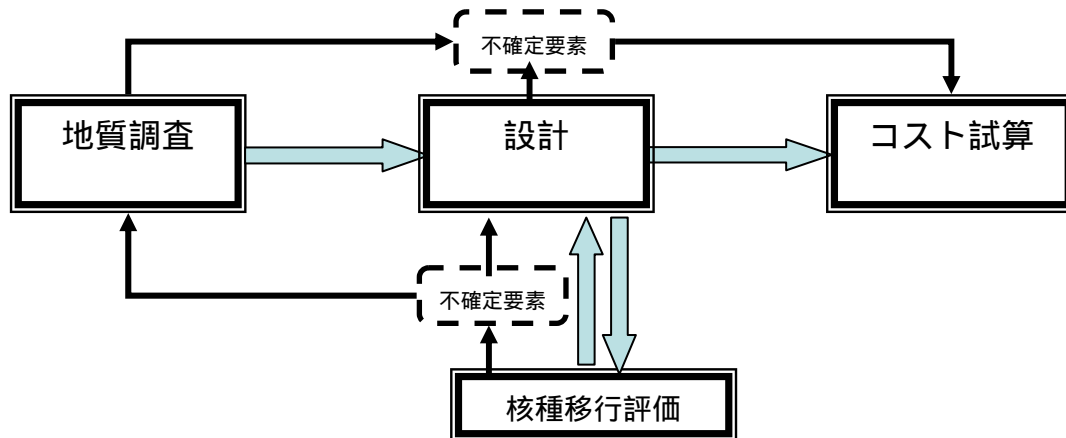


図 2-1-1 使用済燃料の直接処分に関するコスト試算の検討手順

(1) ガラス固化体処分との違いによる課題

直接処分はプルトニウムを環境中に廃棄する。

- プルトニウム等に対する未臨界を確保する必要がある。
- プルトニウムを含む使用済燃料が、数百年で人間のアクセスが可能な放射線レベルになる。

（直接処分場の管理期間については、有限から無限まで国際的な議論がある。）

長期間安定な物質として選択されたガラス固化体と違い、直接処分は使用済燃料の形態で処分する。

- 使用済燃料の長期的な挙動などが十分把握されていない。
 - 国内で認められる安全性の評価のための核種移行等のデータがない。
 - プルトニウム等から放出される 線が核種移行を促進する可能性がある。
- 使用済燃料の廃棄体はガラス固化体に比べて発熱量が大きく、寸法も大きく重い。
- 発熱量が単位重量あたり6割ほど大きくなる。
 - 取り扱うための大きな空間が必要になる。
 - 大重量によるハンドリング設備への負担が増大する。

(2) 直接処分固有の課題を踏まえたコスト試算の考え方

使用済燃料の直接処分場概念に関する検討は、固有の課題があり、その課題の多くは、現時点では決められない不確定要素を含んでいる。

そのため、本検討では、その目的がガラス固化体処分の場合との比較を行うことにあることを念頭に置き、使用済燃料の直接処分概念に関する不確定要素を各段階で整理し、ガラス固化体で適用した保守性と同等の結果を得るべく、工学的判断を交えて数値化を図る。

さらに、確定できないものについては変数を設けるなどする。

下記の表は、使用済燃料の直接処分の固有の課題とその対応方法を示したものである。

【設計・工学的技術】

課 題	概 要	対 応
容器の大型化による坑道・処分孔の寸法増、容器重量の増大	<ul style="list-style-type: none"> ・空洞安定性の検討 ・力学的観点からの岩盤物性の制限等の検討 ・掘削影響評価に基づくプラグ設計、処分孔設計の検討 ・容器の搬送・定置方法の検討 	設計に織り込む
	<ul style="list-style-type: none"> ・緩衝材長期変形挙動への影響評価（廃棄体沈下、腐食膨張等） 	不確定要素 変数 （キャニスター当たりの使用済燃料収納体数：2 体/4 体）
発熱量が大きい（約 1.6 倍）	<ul style="list-style-type: none"> ・緩衝材への熱影響の検討 	不確定要素 変数 （キャニスター当たりの使用済燃料収納体数：2 体/4 体）
	<ul style="list-style-type: none"> ・処分深度に関わる設計上の制約が生じる可能性の検討（例えば、ある深さで地下水流動が小さくなることがわかっているにもかかわらず、熱設計の観点から十分な深度がとれないことが考えられる） 	地質調査段階での対応となる
使用済燃料を個別に収納することによる発熱特性の不均質性	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料単体の燃焼度の違いによるキャニスターあたりの発熱量の幅や燃料集合体の軸方向の発熱分布に対する対策（緩衝材制限温度に対する裕度の検討） 	設計に織り込む
放射線量が高い	<ul style="list-style-type: none"> ・ハンドリングにおける遮へい・遠隔装置の検討 	設計に織り込む

課 題	概 要	対 応
臨界を避けるための検討	・海外事例によると燃焼度による封入施設の受け入れ基準等を設けることでキャニスター内での臨界防止対策を施す例もある	設計に織り込む
	・将来、腐食などのためにキャニスター内の燃料の間隔を維持できない場合の臨界防止対策の検討（キャニスター外での臨界可能性を定量的に否定することは困難）	不確定要素 変数 （キャニスター当たりの使用済燃料収納体数：2 体/4 体）
50 年中間貯蔵後の燃料集合体の健全性に関する検討	・漏洩燃料等の不具合があった場合の施設・設備の検討	設計に織り込む
保障措置やテロ対策（操業中及び閉鎖後管理段階）	・保障措置やテロ対策のシステム、装置等についての検討	設計に織り込む

【核種移行評価】

課 題	概 要	対 応
核種保持・移行遅延が働きにくい核種が含まれる（I-129、C-14）	・分配係数、拡散係数や溶解度制限固相の設定（C-14 の分配係数等では有機・無機の区別が必要）	核種移行評価に織り込む
	・わが国特有の地質環境 ¹ に対する強固なバリア性能を持った処分場概念の構築 又は ・地下水流動が極めて緩慢な地質環境の選定	地質調査段階での対応となる
使用済燃料からの核種溶出の取り扱いの課題	・燃料や構造材からの核種の瞬時放出割合の設定 ・UO ₂ マトリクス溶解速度 ・UO ₂ マトリクス溶解に伴う核種放挙動	核種移行評価に織り込む
放射線分解による酸化状態の生起 ²	・酸化還元フロントの進展による酸化還元に鋭敏な核種の移行率の増大に関する検討 ・対策として還元剤を人工バリアに添加あるいは配置することも考えられるが臨界防止上好ましくない	不確定要素 変数 （キャニスター当たりの使用済燃料収納体数：2 体/4 体）
隆起・侵食による処分場の地表への到達を想定した評価	・放射能レベルが高いことを踏まえた地質環境の長期安定性等に関する検討（評価期間と期待する安定の程度など）	地質調査段階での対応となる

1：亀裂の多い岩盤

2：第3章「安全に関する予備的評価」を参照

【立地】(波及的対策)

課 題	概 要	対 応
処分場の面積に応じた立地対策	・立地の観点から、処分場概念検討で算出される、処分場の大きさに応じて、処分場の複数化を考慮する可能性がある。	不確定要素 変数 (1 サイト / 2 サイト)

2.2 使用済燃料の仕様の設定

(1) 使用済燃料の仕様

直接処分する使用済燃料の仕様は、ガラス固化体処分の再処理する使用済燃料を参考に設定した。

項目	ガラス固化体処分 (第2次取りまとめ)	使用済燃料直接処分	設定	備考
燃料仕様 (燃焼条件等)	<ul style="list-style-type: none"> ・日本原燃(株)ガラス固化体(PWR)をレファレンス。 - 濃縮度：4.5% - 比出力：38.0MW/MTU - 燃焼度*1：45 GWd/MTU - 運転日数：1184.21 日 	<p>【PWR】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ガラス固化体処分と同様[1] - 濃縮度：4.5% - 比出力：38.0MW/MTU - 燃焼度：45GWd/MTU - 運転日数：1184.21 日 - 集合体当りのウラン金属重量：460kgU <p>【BWR】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・9×9型燃料集合体の設定例[2] - 濃縮度：3.7%(集合体平均) - 比出力：25.8MW/t - 燃焼度：45GWd/t(取出平均燃焼度相当) - 集合体当りのウラン金属重量：174kgU <p>本検討での設定 設定方法としては次のようなものが考えられる。 BWRとPWRの条件の厳しい方を代表させる。 両者の平均を取る。 両方の評価を行う。 本検討では、発熱量が大きいこと、ガラス固化体処分での設定との整合を考慮して、<u>PWR燃料とする。</u></p>	・PWR燃料	<p>発熱量のパラメータサーベイでBWRもカバーされる。</p> <p>*1:日本原燃の再処理の使用済燃料集合体最高燃焼度は55GWd/tであるが、1日に処理する使用済燃料の平均燃焼度は45GWd/t以下である。また、ガラス固化体は45GWd/tを燃料仕様としている。以上より、使用済燃料の直接処分もガラス固化体に合わせた。</p>
原子炉からの取出し後時間	<ul style="list-style-type: none"> ・54年を基本。(原子炉から取出し後4年後に再処理) 	<p>本検討での設定方法</p> <p>原子炉取出し後54年(ガラス固化体処分と同様)</p> <p>原子炉取出し後約90年(ガラス固化体処分時期の発熱量と合せる)</p> <p>検討では、ガラス固化体処分と比較すること、を設定した場合に使用済燃料貯蔵期間延長になることから、の原子炉から取出し後54年後の処分とする。</p>	・原子炉取出し54年後	同上

参考文献[1]:核燃料サイクル開発機構「我が国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性 - 地層処分研究開発第2次取りまとめ - 分冊2 地層処分の工学技術」JNC TN-1400 99-022(1999)

[2]:「沸騰水型原子炉に用いる9行9列型の燃料集合体について」原子炉安全基準専門部会報告書,平成6年3月3日原子力安全委員会了承

(2) 使用済燃料における冷却期間と発熱量の関係

以下に使用済燃料の冷却期間(原子炉取出し後時間)と発熱量の関係をガラス固化体での関係も併せて示す。

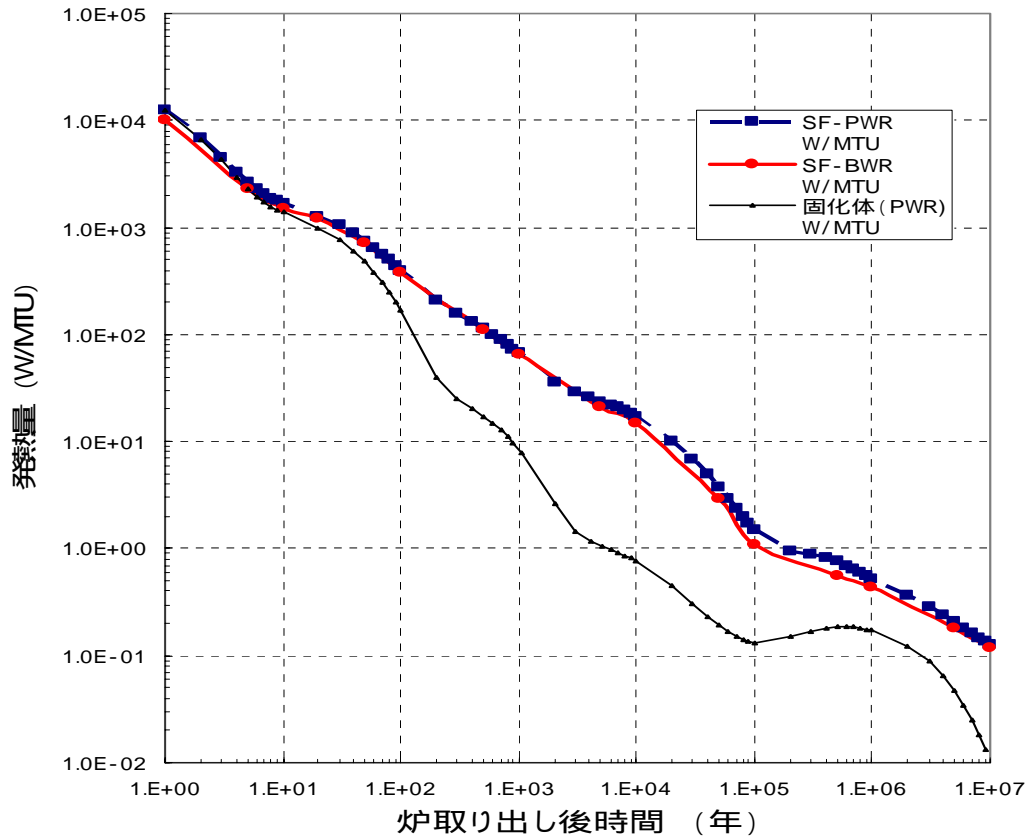


図 2-2-1 使用済燃料(PWR,BWR)とガラス固化体^[1]の
発熱量の経時変化

(PWR 発熱量：第2次取りまとめ JNFL 仕様^[1]に準じた設定、
BWR 発熱量：原子力安全委員会報告書^[2]に準じた設定)

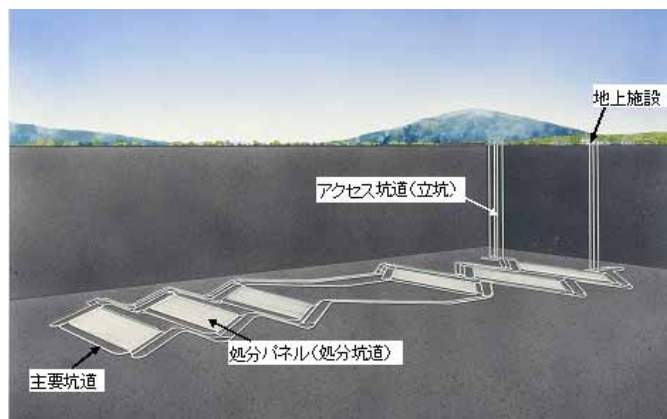
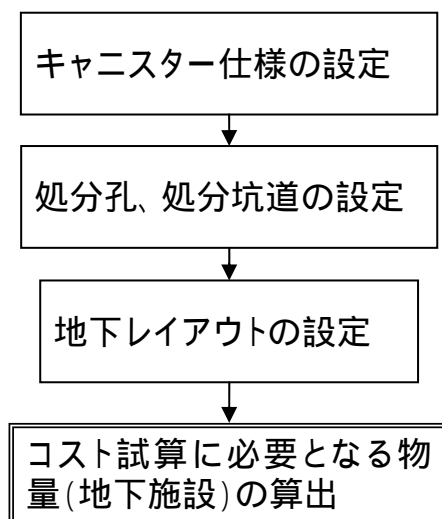
参考文献 [1]: 核燃料サイクル開発機構「我が国における高レベル放射性廃棄物地層処分技術的信頼性 - 地層処分研究開発第2次取りまとめ - 分冊2 地層処分の工学技術」JNC TN-1400 99-022(1999)

[2]: 「沸騰水型原子炉に用いる9行9列型の燃料集合体について」原子炉安全基準専門部会報告書，平成6年3月3日原子力安全委員会了承

2.3 直接処分場の設計検討

(1) 地下施設

地下施設の設定を行うための検討の手順を以下に示す。



(1) 処分場概念の例(第2次取りまとめ)



(2) 廃棄体定置概念例 (NUMO-TR-04-01より)

図 2-3-1 処分場及び廃棄体定置の概念

* 以降の設定において用いた値や考え方等については、高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）に関する地層処分研究開発第2次取りまとめ（以下「第2次取りまとめ」という。）または高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術[(財)電力中央研究所、電気事業連合会、平成11年3月]用いられている値や考え方等を参考とした。

キャニスター仕様の設定

使用済燃料を収納するキャニスター（処分容器）の仕様については、改めて設計せず、海外で検討が進んでいるスウェーデンの放射性廃棄物処分実施主体（SKB）の処分容器概念を参考に検討した。

設定項目を表 2-3-1 に示す。

表 2-3-1 キャニスター - の仕様

設定項目	仕 様
形状・寸法	SKB の KBS-3 (PWR type) 概念
材質	ガラス固化体のレファレンスである炭素鋼 ^{*1}
使用済燃料収納数	SKB の設定である 4 体と臨界などの不確定要素を考慮した 2 体

*1：銅 + 炭素鋼については、地質環境が特定されておらず長寿命を保証できる段階ではないため今回は検討外とする。

a . 形状・寸法

・ 基本概念：

SKB の KBS-3 (PWR type) の概念を
参考とする (図 2-3-2 参照)。

・ 高さ：

板厚 (蓋) + 寸法より設定する。

・ 外径

板厚 (胴部) + 収納部寸法
より設定する。

・ 板厚 (蓋及び胴部) 設定において考慮する項目

- 耐圧性 (軟岩、硬岩)
- 腐食への放射線影響
- 腐食代^{しよ}

・ 板厚設定

キャニスター仕様を設定するために、最小限必要となる板厚を設定する。設定では、処分場環境での耐圧性の観点及び腐食への放射線の影響の観点を考慮した値に腐食代^{しよ}を足し合わせる (ガラス固化体処分での考え方に準拠)。

[設定]

軟岩 / 硬岩のそれぞれについて、耐圧性の検討、腐食の放射線の影響の検討結果の大きい方の値に炭素鋼の腐食代^{しよ}40mmを足し合わせると次のような値となる。

軟岩：蓋部・150mm (耐圧、放射線) + 40mm (腐食代^{しよ}) = 190mm

胴部・150mm (放射線) + 40mm (腐食代^{しよ}) = 190mm

硬岩：蓋部・190mm (耐圧) + 40mm (腐食代^{しよ}) = 230mm

胴部・150mm (放射線) + 40mm (腐食代^{しよ}) = 190mm

b . 使用済燃料の収納数

使用済燃料の収納数を、2 体と 4 体の場合について検討する。

(0.46tU/燃料集合体であり 2 体の場合：0.92tU/キャニスター、4 体の場合：1.84tU/キャニスターとなる。)

図 2-3-3 に、a、 b の設定に基づいたキャニスターの概念を示す。

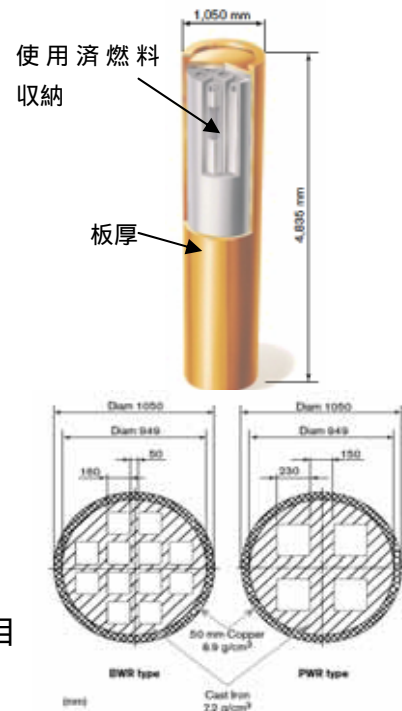
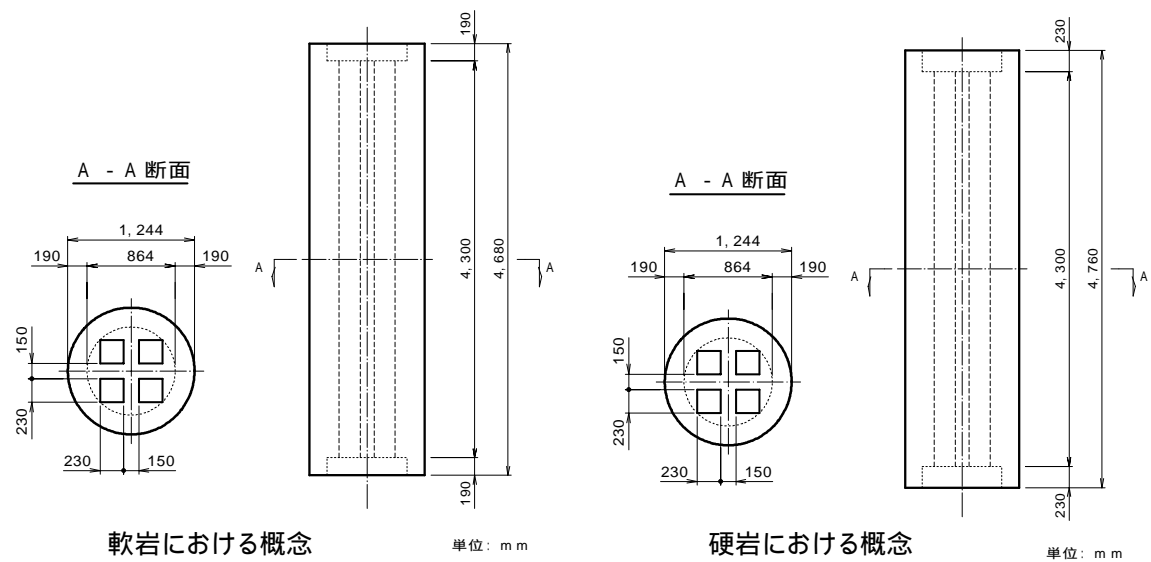


図2-3-2 SKB (スウェーデン) の処分
容器 (KBS-3) 概念 (SKB Technical
Report TR-02-07より抜粋及び一部加
筆)

〔キャニスター概念図(4 体収納)〕



〔キャニスター概念図(2 体収納)〕

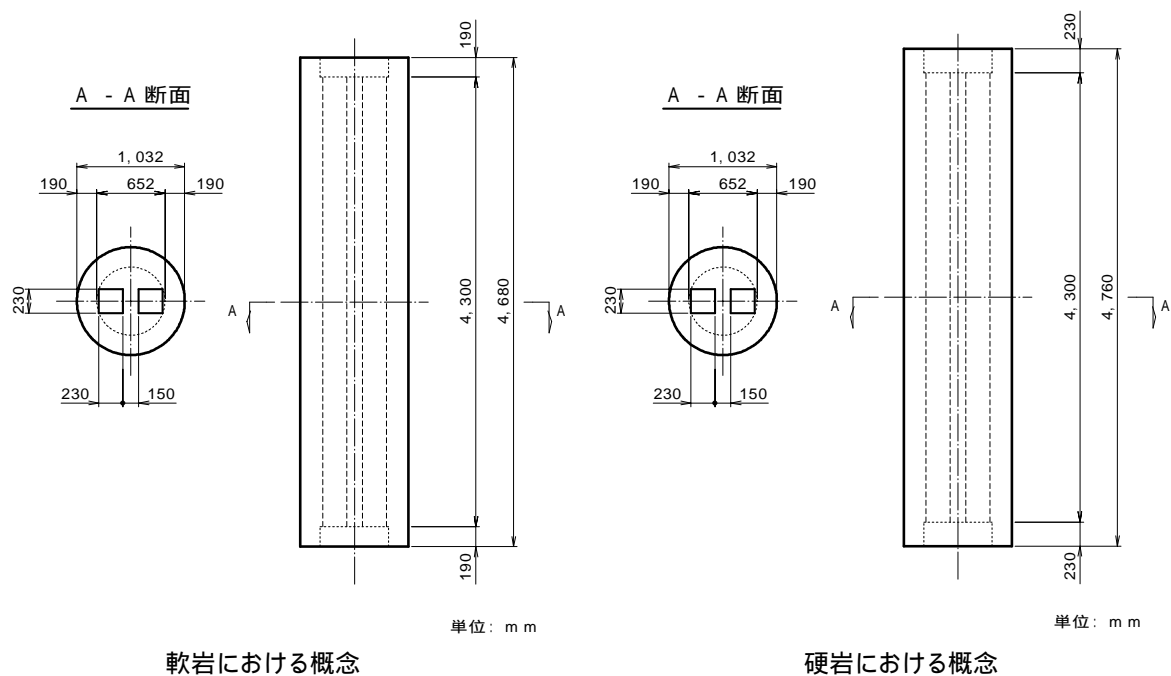


図 2-3-3 キャニスタ - の概念図

処分坑道、処分孔仕様の設定

キャニスターを搬送・定置する処分坑道及び処分孔の仕様を検討する。ここでは、4 体/キャニスター、縦置き定置方式における寸法設定について示す。また、緩衝材は第 2 次取りまとめと同様の仕様(厚さ:70cm,乾燥密度:1.6g/cm³)を設定する。

a. 処分坑道

坑道形状：軟岩では、トンネルボーリングマシン（TBM）による掘削を想定して、円形断面形状、支保工を設置する。硬岩では、掘削量の小さい幌型断面形状とする。

寸法：キャニスター - 定置装置が移動可能な空間、安全上必要な空間を確保する。

ただし、キャニスター定置装置の設計を行っていないため、ガラス固化体処分の定置装置寸法に基づき、キャニスターの重量・寸法等を考慮した裕度を足し合わせた装置寸法を想定する。

以上を考慮して設定した寸法は次のようになる。

岩種	断面形状	寸 法
軟岩	円形	9.1m
硬岩	幌型	高さ：7.8m、幅：6.5m

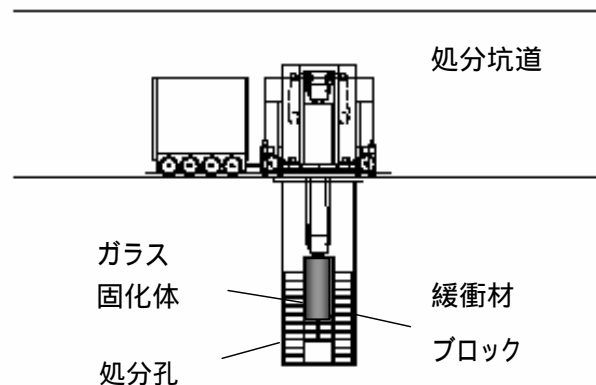


図 2-3-4 ガラス固化体定置作業の概念
(処分孔縦置き方式の例、第 2 次取りまとめより)

b. 処分孔仕様

処分孔径 = キャニスター外径 + 緩衝材厚さ + 定置作業のためのクリアランス
 $= 1,244\text{mm} + 700\text{mm} \times 2 + 50\text{mm} \times 2 = 2,744\text{mm}$

* 軟岩については、空洞安定性の観点から支保工（片側225mm）の設置を想定した。

処分孔深さ = キャニスター高さ + 緩衝材厚さ + (緩衝材と岩盤、緩衝材とキャニスター上部のクリアランス)
 $= (\text{軟岩}4,680\text{mm、硬岩}4,760\text{mm}) + 700\text{mm} \times 2 + 50\text{mm} + 20\text{mm}$
 $= (\text{軟岩}6,150\text{mm、硬岩}6,230\text{mm})$

* 緩衝材と岩盤のクリアランスとは、ブロックを定置する前に、底面の平坦化のため、ベントナイト粉末を敷詰めることを示している。また、軟岩、硬岩ともに、処分坑道における空間線量率が管理区域以下（埋め戻し材厚さ 1.2m を設定）となること、掘削影響領域（1m を想定）と緩衝材が接触しないことを考慮した。処分孔深さ設定における処分坑道の空間線量率（処分孔上部の埋め戻し材厚さの設定）については、図 2-3-5 に示す埋め戻し材と表面線量当量率の関係と緩衝材厚さ(70cm)を考慮した。

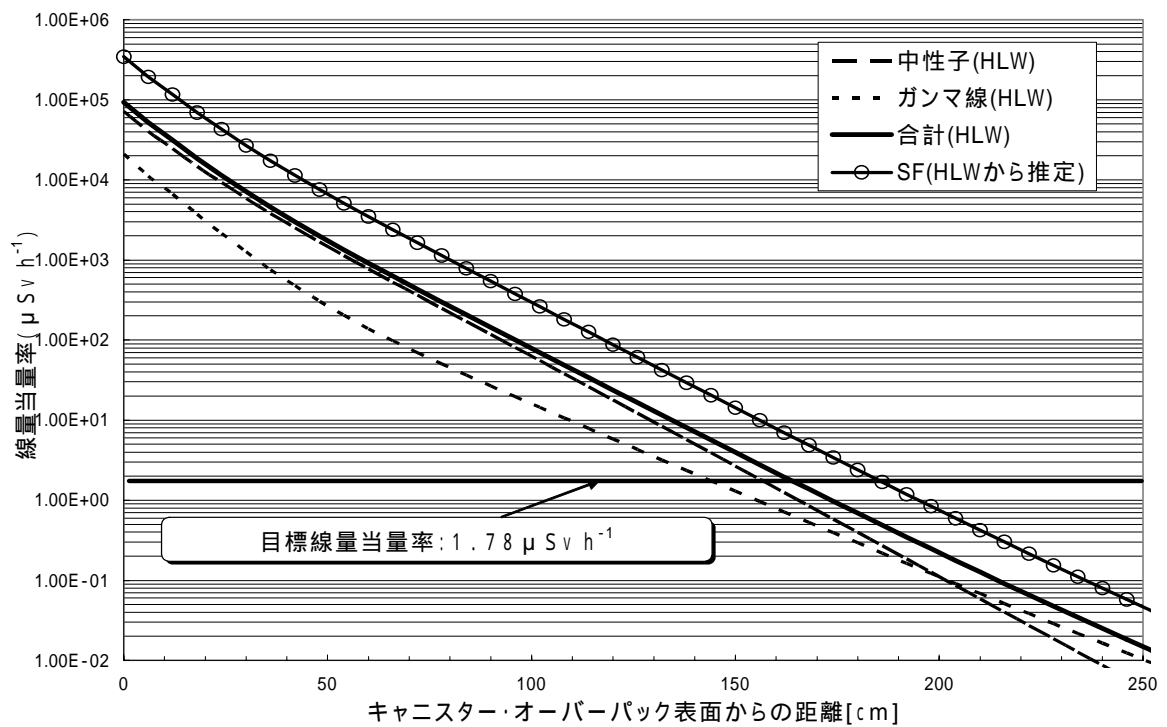


図 2-3-5 処分孔上部埋め戻し材厚さと表面線量当量率の関係

以上をまとめると次のようになる。

岩 種	処分孔径	処分孔深さ
軟 岩	3.2m	7.2m
硬 岩	2.7m	7.4m

c . 処分坑道及び処分孔仕様の設定

a 及び b において設定した寸法に基づいた処分坑道及び処分孔の仕様概念を下図に示す。

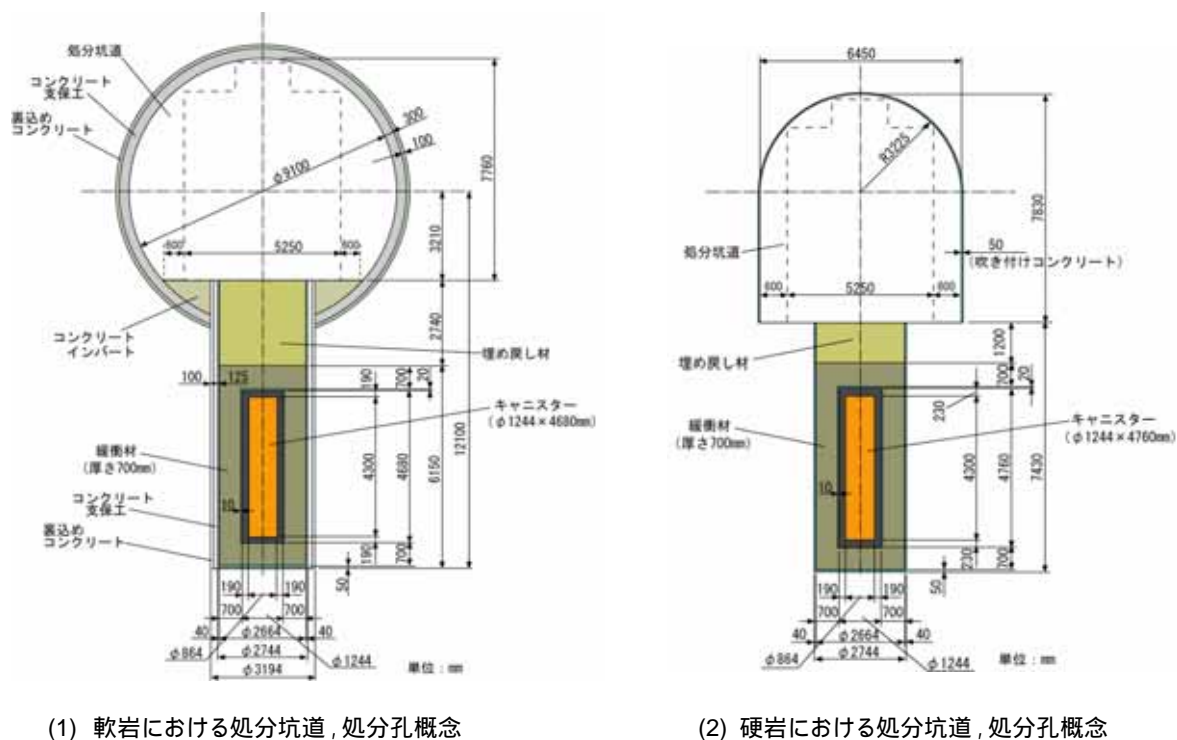


図 2-3-6 処分坑道と処分孔の概念

地下施設の設定

地下処分施設を設定するために必要となるキャニスターの埋設密度（専有面積）を設定するためには、キャニスターの発熱による緩衝材の温度が制限温度(100℃)以下になることと掘削する坑道や処分孔が隣接する坑道、処分孔の掘削による構造的な影響を受けない距離を取る必要がある。そのための熱解析及び空洞安定性評価方法を示す。

a . 熱解析

[設定項目]

- ・ 処分孔ピッチ
- ・ 処分坑道離間距離

[条件]

- ・ キャニスター発熱量及び経時変化(2.2(2)の図 2-2-1 を参照)
- ・ 岩盤、緩衝材、キャニスター等の熱物性値は、第 2 次取りまとめを参考にする。
- ・ 地温：軟岩は 30℃、硬岩は 45℃

[判定基準]

- ・本検討では、多くの不確実性を設計等に含んでいること、集合体単位での燃焼度の違いや軸方向の発熱量分布を考慮し、緩衝材の性能(制限温度:100以下)を担保するための温度として90 を目標とする。(詳細は第5章「使用済燃料の直接分場の概念設計 5.3 熱解析」を参照)

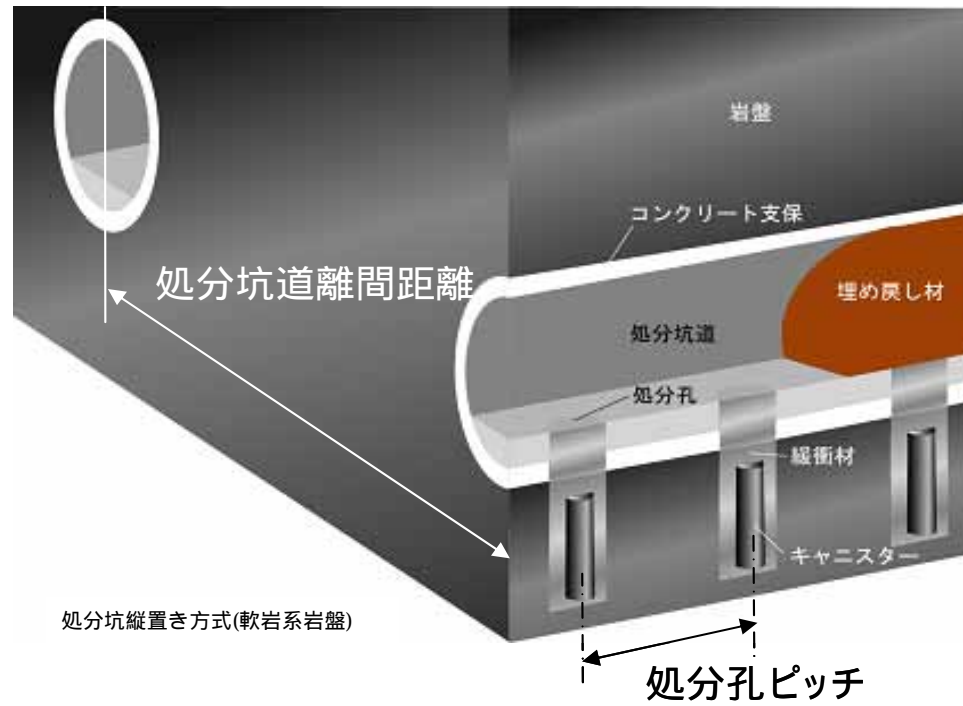


図2-3-7 地下施設の設定

b. 空洞安定性評価

熱解析結果に対して、建設、操業の安全を確保する観点より、岩盤の空洞安定性について検討する。

空洞安定性については、ガラス固化体処分での検討(第2次取りまとめ)において、隣接する処分孔または処分坑道どうしが有意な力学的影響を受けない処分孔間隔または処分坑道離間距離について、処分孔径、処分坑道径に基づく制限を設定している。

[空洞安定性に関する制限] (第2次取りまとめ)

- (軟岩) 処分孔ピッチ : 処分孔径の3倍
- 処分坑道離間距離 : 処分坑道径の2.6倍
- (硬岩) 処分孔ピッチ : 処分孔径の2倍
- 処分坑道離間距離 : 処分坑道径の2倍

これらの値を、熱解析により設定される値と比較し、両解析の制限条件を満足する処分孔ピッチ、処分坑道離間距離を確保する。

(2) インフラ施設及び地上施設

使用済燃料の物流

直接処分では、原子力発電所で発生した使用済燃料が、中間貯蔵のために中間貯蔵施設で所定期間保管され、その後最終処分のために処分場に運ばれるものと想定した。また、使用済燃料は、様々な試験によって安全性を確認した使用済燃料輸送専用の輸送容器(貯蔵・輸送兼用容器)のまま、中間貯蔵施設から港まで陸上輸送を行い、港から処分場の最寄りの港までは海上輸送、港から処分場までは陸上輸送を行う。

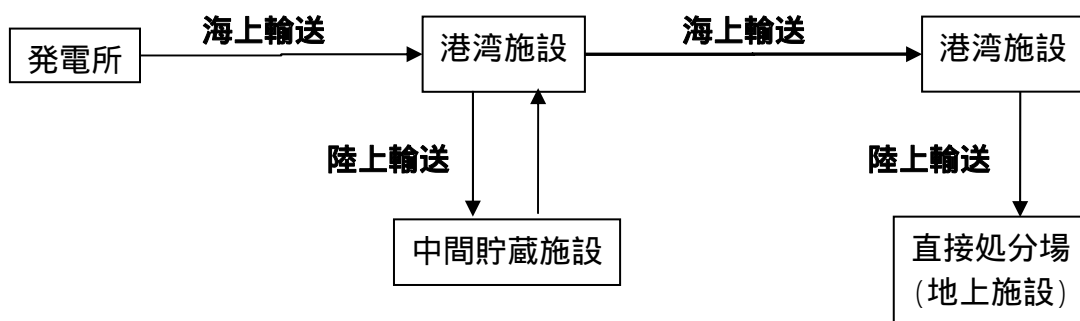


図 2-3-8 使用済燃料の物流

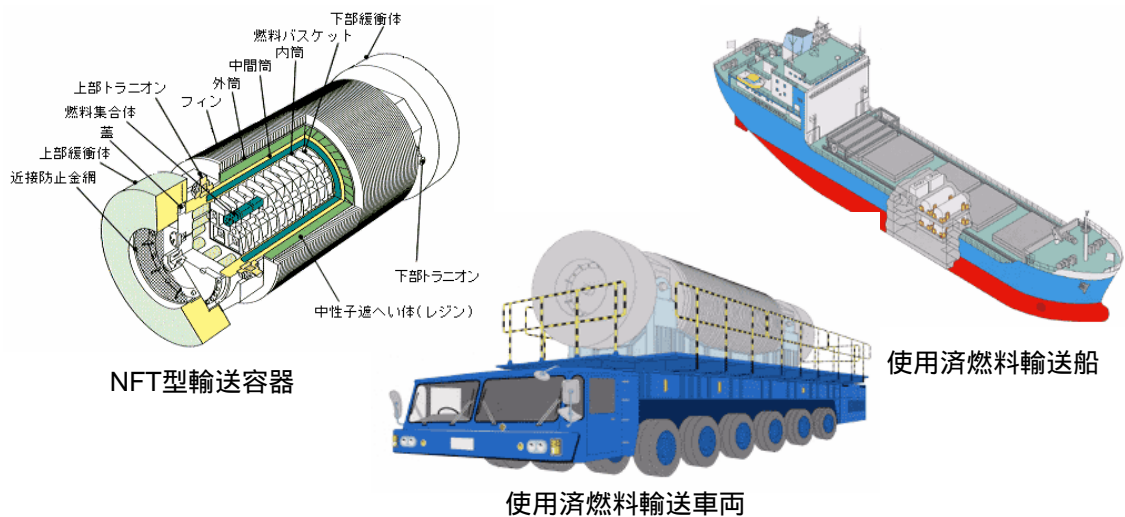


図 2-3-9 使用済燃料に係る輸送設備(図は原燃輸送株式会社ホームページより抜粋)

物量条件の設定

a. 受入れ使用済燃料量

ガラス固化体処分で設定されている 800tU/年に相当する使用済燃料を受け入れ可能な施設を想定する。受入れ形態は、貯蔵・輸送兼用容器とする。

b. 処分量

上記と同様に 800tU/年の使用済燃料を処分可能な施設を想定する。

表 2-3-2 800tU/年に必要なキャニスター - 数

キャニスター仕様	800tU/年とした場合			総キャニスター数 3)
	受入れ燃料集合体数 1)	必要キャニスター数 1)	キャニスター処分数/日 2)	
2 体/キャニスター	約 1,740 体/年	約 870 本/年	4 ~ 5 本/日	34,783 本
4 体/キャニスター		約 435 本/年	2 ~ 3 本/日	17,392 本

1)燃料集合体 0.46tU/体、2 体/キャニスター:0.92tU/本、4 体/キャニスター:1.84tU/本で算出

2)操業日数 200 日/年を想定した場合

3)総量 32,000tU の場合(処分定置期間:40 年)

地上施設の構成

地上施設としては、ガラス固化体処分と同様の施設、直接処分固有の施設に分けられる。以下にこれらの例を示す。

- a . ガラス固化体処分と同様の施設
- ・ 緩衝材や埋め戻し材等の製作施設
 - ・ 管理施設
 - ・ 電源等のユーティリティ施設
 - ・ 掘削ズリ置き場 等



図2-3-10 ガラス固化体処分における地上施設の全体像の一例
(原子力発電環境整備機構: 処分場の概要, 2002 年 12 月)

b. 直接処分固有の施設

・ 使用済燃料受入・貯蔵施設

使用済燃料輸送・貯蔵容器を受入れ、使用済燃料を取り出してプールに一旦保管する施設（3,000tU 相当プール：約3～4年分）

・ キャニスター装荷・封入施設

使用済燃料をキャニスターに装荷し、処分のためにキャニスターを最終封入（遠隔溶接等）する施設

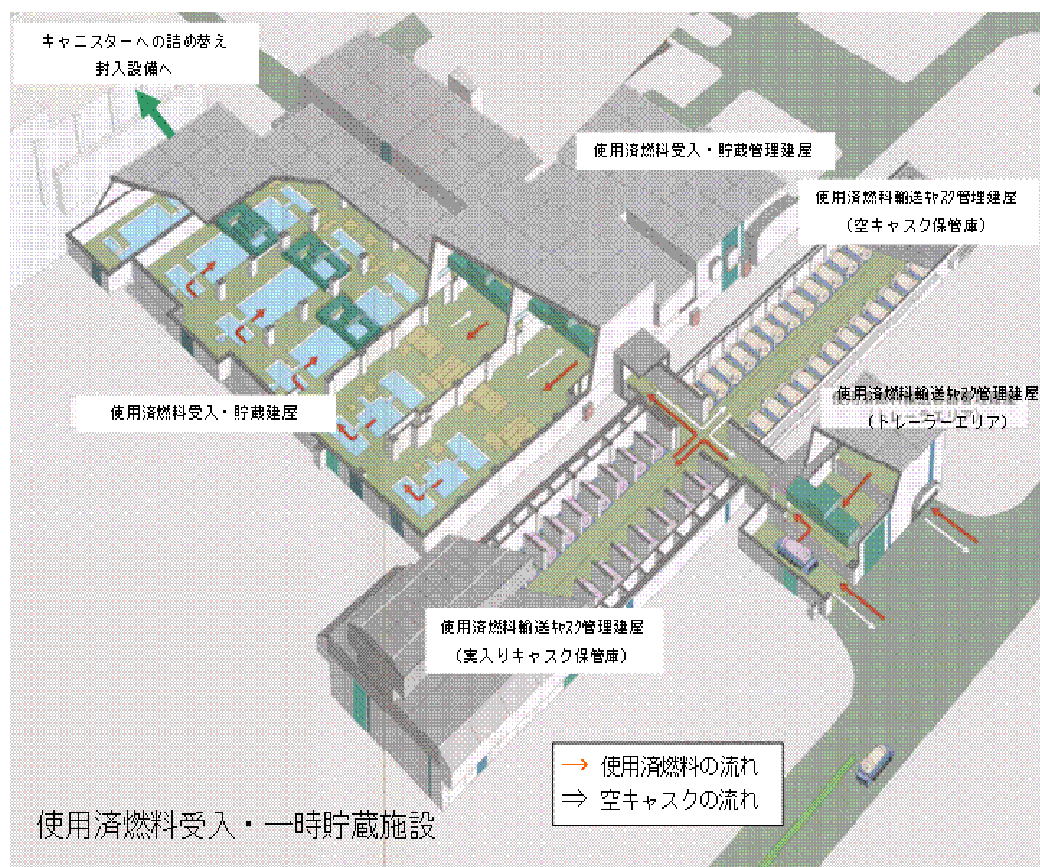


図 2-3-11 使用済燃料受入・一時貯蔵施設概念図
(日本原燃㈱パノフレットより作成)

2.4 不確定要素に関する感度解析

(1) 不確定要素の整理と取扱い

第2章2.1で述べたとおり、数値化できない不確定要素としては以下の項目が挙げられる。これらについては以下に示すとおり変数として扱い、コスト試算のための感度解析を実施する。

表 2-4-1 不確定要素を考慮したケース設定

不確定要素	変数	ケース
長期的な緩衝材の変形対策	重量(収納体数)	キャニスター当たり 2体 / 4体
キャニスター内での臨界に対する対策	核分裂性核種の総量	キャニスター当たり 2体 / 4体
放射線分解対策	崩壊核種の総量	キャニスター当たり 2体 / 4体
熱影響や上記不確定要素対応による波及効果 (面積に応じた立地対策)		処分場分割 1サイト / 2サイト

処分場概念としては、使用済燃料を収納したキャニスターを、処分坑道に対して処分孔を掘って縦に定置する方法(縦置き定置方法)にて実施するが、処分坑道に対して横に定置する方法(横置き定置方法)については、ガラス固化体に比べて非常に重いものを横方向に扱うことの工学的な困難さ、一旦定置したものに対して操業中何らかのトラブルが生じた際の対応や再取り出しが非常に困難なこと、操業時の二方向退避の困難性など縦置き方式に比べて技術の成立性の点で不確実性が大きいと、**「補足検討ケース」**として取扱うこととする。

(2) コスト試算のための感度解析のケース分け

コスト試算する際に影響を及ぼす不確定要素を確認するために以下のケースの感度解析を行い、その中から最終的に現実的かつ技術的に成立する直接処分場概念を検討するとともにコストを試算する。

表 2-4-2 コスト試算のためのケース分け

岩種	ケース設定	使用済燃料収納体数	サイト数	定置方式
軟岩	ケース1(縦・収納体数)	2体	1サイト	縦置き
	ケース2(縦・収納体数)	4体	1サイト	縦置き
	ケース3(縦・サイト数)	2体又は4体	2サイト	縦置き
	補足検討ケース1(横・収納体数)	2体	1サイト	横置き
	補足検討ケース2(横・収納体数)	4体	1サイト	横置き
硬岩	ケース1(縦・収納体数)	2体	1サイト	縦置き
	ケース2(縦・収納体数)	4体	1サイト	縦置き
	ケース3(縦・サイト数)	2体又は4体	2サイト	縦置き
	補足検討ケース1(横・収納体数)	2体	1サイト	横置き
	補足検討ケース2(横・収納体数)	4体	1サイト	横置き

第3章 安全に関する予備的評価

3.1 予備的な核種移行評価

(1) 評価の目的と前提

評価の目的

本評価は、使用済燃料の直接処分を想定した場合について、人工バリアなどのシステム性能の成立性を核種移行評価（含む線量評価）の観点から予備的に検討することを目的とする。

なお、使用済燃料の直接処分における固有の課題については、設計、核種移行評価等において、現段階で可能な範囲で対応する。

評価の前提

- ・ 予備的な核種移行評価においては、基本的にガラス固化体に関する安全評価（第2次取りまとめ[1]）に準拠した上で、使用済燃料の直接処分における固有の課題に関しては、

- わが国における超ウラン元素を含む廃棄物（TRU 廃棄物）に関する研究（TRU 廃棄物概念検討書[2]）
- 諸外国の使用済燃料の直接処分に関する安全評価書（スイスの EN2002[3]、フィンランドの TILA99[4]、スウェーデンの SR97[5] と SITE94 [6]）

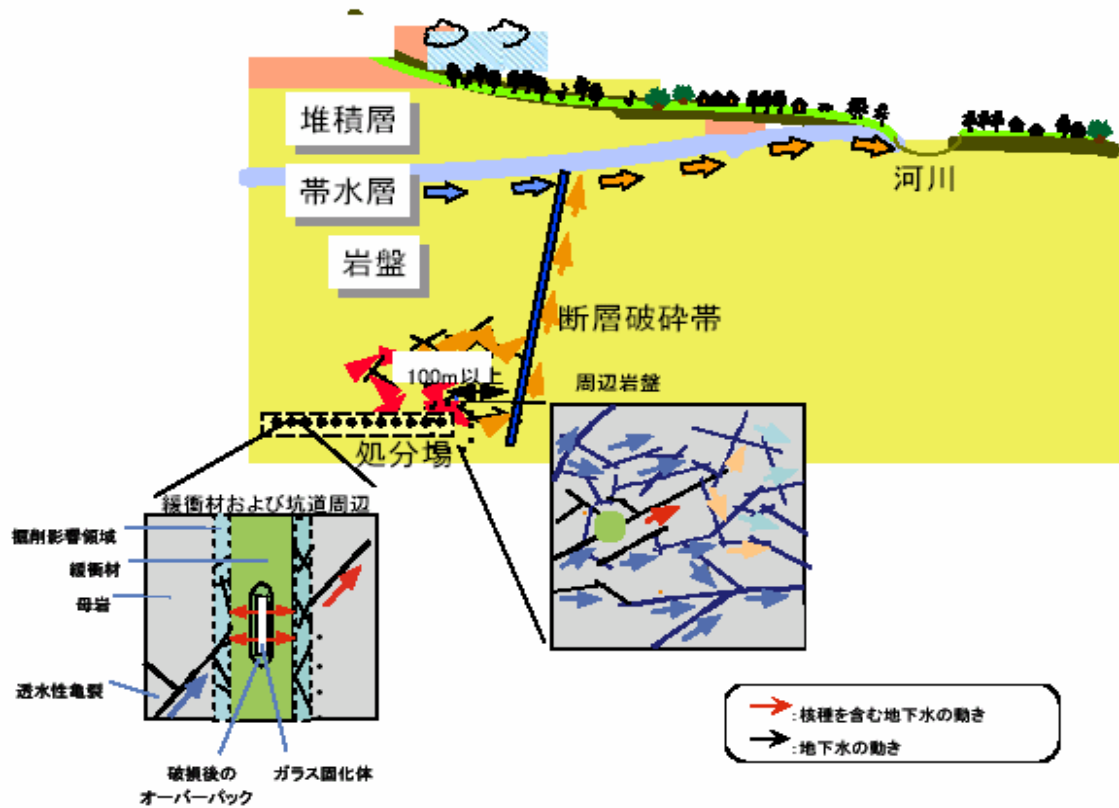
における条件の設定例などを直接引用することにより、現段階で可能な範囲で対応することとする。

: [1]JNC TN1400 99-020 [2]JNC TY1400 99-2000-001 [3]Nagra TR 02-05 [4]POSIVA 99-07 [5]SKB TR-99-06 [6]SKI Report 96:36

(2) 概念モデル

核種移行評価の概念モデルは、ガラス固化体の移行経路等を参考に、使用済燃料からの核種の溶出を考慮して定める。

核種移行評価の概念（移行経路等）



ガラス固化体からの核種溶出（本検討では使用済燃料からの核種溶出を考慮）

緩衝材中の核種移行

周辺岩盤（母岩）中の核種移行（処分場下流から断層までの100m）

断層破碎帯中の核種移行

（処分場深度から帯水層までの距離：硬岩（結晶質岩）の場合800m、
軟岩（堆積岩）の場合300m）

核種の河川への流入，地表環境での核種移行及び被ばく

図 3-1-1 核種移行評価の概念（ガラス固化体の場合に準拠）

使用済燃料からの核種溶出の概念

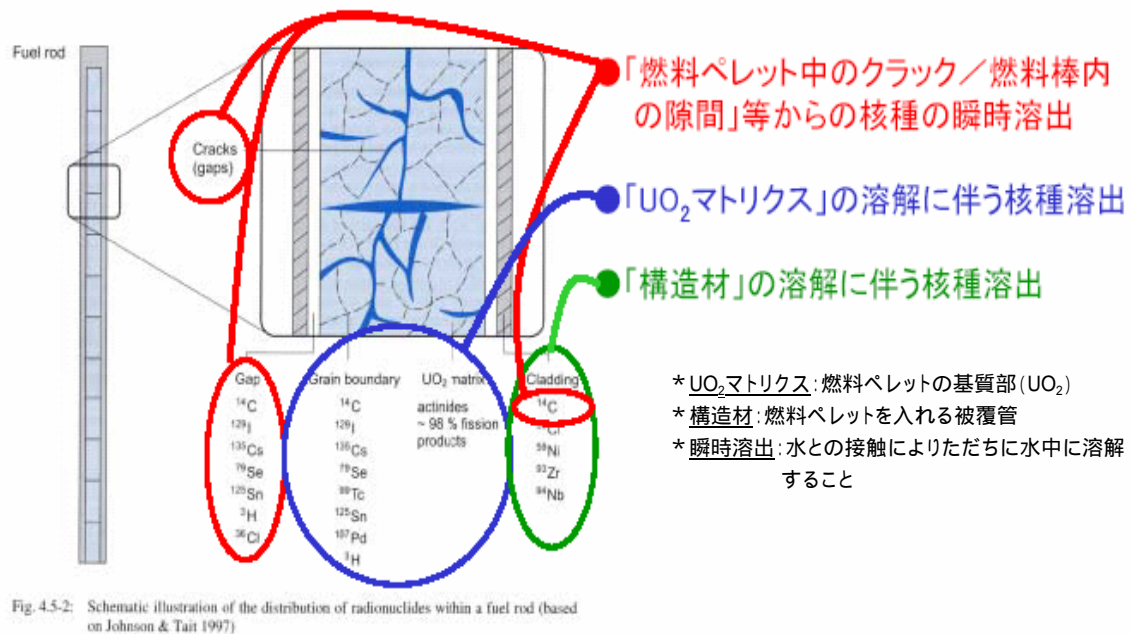


図 3-1-2 使用済燃料の模式図(スィス EN2002 より)

(3) 評価内容

核種移行評価は、処分システム仕様を定め、ガラス固化体におけるシナリオを参考にして、核種移行モデルを設定し、諸外国の条件設定等を参考にして評価を行う。

処分システム仕様

「第 2 章 2.3 直接処分場の設計検討」と同じ仕様を考慮した。

a. キャニスター（使用済燃料）

- ・ 本数：約 17,400 本[32,000 tU 相当、1.84 tU/本（燃料集合体 4 体収納）]
- ・ 寸法：（硬岩）外形 1.244 m、高さ 4.76 m
（軟岩）外形 1.244 m、高さ 4.68 m

b. 人工バリア（緩衝材）＜ガラス固化体と同じ仕様＞

- ・ 材料：ベントナイト 70 wt% + ケイ砂 30 wt%
- ・ 厚さ：0.7 m
- ・ 密度：1.6 Mg/m³

c. 岩種・深度＜ガラス固化体と同じ仕様＞

- ・ 硬岩（結晶質岩）：1000 m
- ・ 軟岩（堆積岩）：500 m

シナリオ

ガラス固化体の評価における「地下水シナリオ*¹」のうち「基本シナリオ*²」に準拠する。

*1: 地下水により放射性物質が処分場から人間環境に運ばれる可能性に関するシナリオ

*2: 「現在の地質環境の条件が安定に将来まで継続する」、「人工バリアは期待する安全機能を発揮する」、「現在の地表環境が将来まで継続する」ということを前提とするシナリオ

表 3-1-1 本予備的評価で考慮したシナリオ

項 目	ガラス固化体処分の評価	直接処分の評価における主な変更点
使用済燃料からの核種溶出	<ul style="list-style-type: none"> ・処分後 1000 年時点でオーバーパックが全数破損し、核種溶出が開始。 ・核種の溶出は、ガラス固化体との調和溶解により規定される。 ・濃度が溶解度を超える場合には、沈殿の生成による濃度制限が生ずる。 ・人工バリア及び天然バリアは還元状態。 	<ul style="list-style-type: none"> ・＜同左＞ ・核種の溶出は、燃料からの瞬時溶出、UO_2マトリクス溶解との調和的な溶出、構造材からの瞬時溶出、構造材溶解との調和的な溶出により規定される。 ・＜同左＞ ・不確定要素である放射線分解による酸化還元フロントの進展については、設計において燃料集合体収納数を 2 本にすることにより、その影響を小さくすることもできる。このため、本評価ではその影響がないものと想定し、人工バリア及び天然バリア中は還元状態と仮定(参考として、放射線分解による酸化還元フロントの進展を評価したスウェーデン SITE94 の例を次頁に示す。) ・燃料起源の C-14 は無機、構造材起源の C-14 は有機を仮定。
人工バリア中核種移行	<ul style="list-style-type: none"> ・拡散による移行。 ・収着による移行遅延。 ・濃度が溶解度を超える場合には、沈殿の生成による濃度制限。 	<ul style="list-style-type: none"> ・＜同左:I-129 や C-14 等を追加＞ ・＜同左:I-129 や C-14 等を追加＞ ・＜同左＞
天然バリア(母岩、断層)中核種移行	<ul style="list-style-type: none"> ・亀裂が卓越し、亀裂中の移流・分散による移行。 ・マトリクス拡散、収着による移行遅延。 	<ul style="list-style-type: none"> ・＜同左:I-129 や C-14 等を追加＞ ・＜同左:I-129 や C-14 等を追加＞
その他		<ul style="list-style-type: none"> ・臨界、大きな坑道の掘削、地質環境の長期安定性に係わる影響については、設計あるいは地質調査段階での対応とし、本評価ではその影響がないものと想定した。

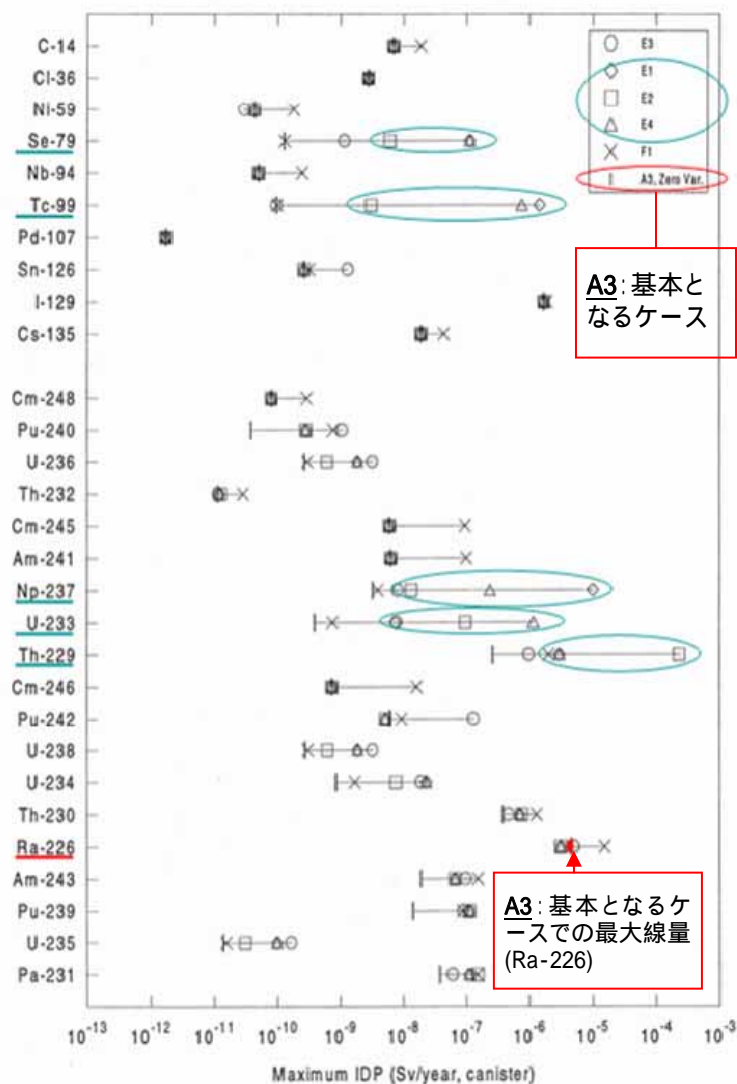


Figure 16.2.9 Comparison of maximum IDPs from the near-field between calculation cases of geochemical variants; redox conditions (E1, E2, E4), increased temperature (E3) and low sorption (F1), for the different radionuclides.

放射線分解等の影響についてのケース:

E1(): ニアフィールド(ベントナイト+数mの岩盤)の全域が酸化状態。ファーフールド(ニアフィールド外側の100m程度の岩盤)は還元状態。

E4(): ニアフィールド領域のうち岩盤の最後の0.1mを除く部分が酸化状態。ニアフィールドの岩盤の最後の0.1mとファーフールドは還元状態。

E2(): 酸化還元フロントの時間的な進展(オーバーパック破損後400年程度でベントナイトが酸化状態, さらに数百万年でニアフィールド岩盤の1m程度が酸化状態。それ以外は還元状態)。

結果の概要:

酸化還元で鋭敏な核種 (Se-79, Tc-99, Np-237, U-233など), およびそれ自身は酸化還元で鋭敏ではないが酸化還元で鋭敏な親核種の影響を受ける核種 (Th-229など) について, 2~4桁の増加が見られる。

【特に変化の大きい核種に対して, 図中に枠線を追加】

図 3-1-3 放射線分解による酸化還元フロントの進展の影響に関する評価例
-SITE94 におけるニアフィールド外側での各核種の最大線量の比較:
酸化還元状態の影響 (E1, E2, E4) 等に関する結果-
【SITE94、SKI Report 96:36 の p.569 Figure 16.2.9 に加筆】

モデル

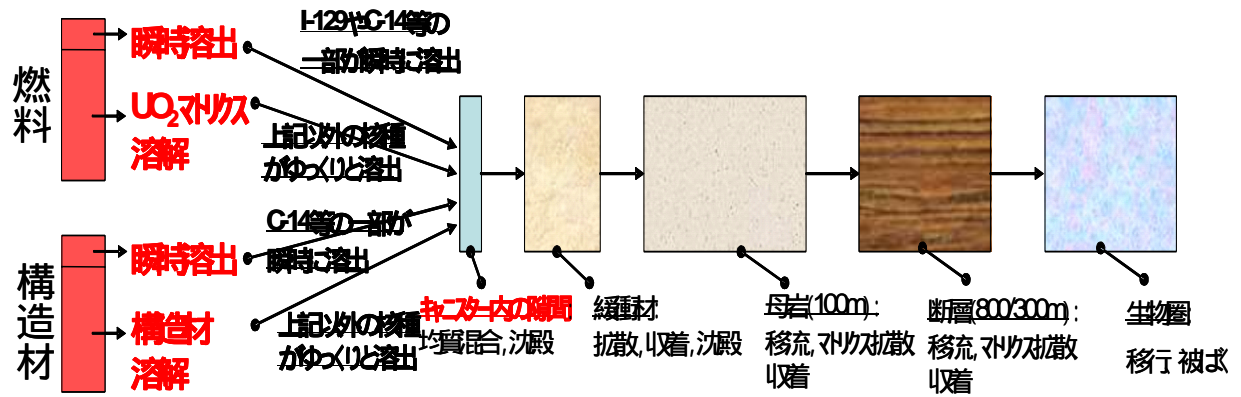


図 3-1-4 本予備的評価での核種移行モデル

表 3-1-2 本予備的評価での核種移行モデルの主な特徴

項 目	モデル上の取扱いの主な特徴
使用済燃料からの核種溶出	<ul style="list-style-type: none"> 燃料及び構造材中の核種の一定割合が瞬時溶出、それ以外はUO₂マトリクス及び構造材の溶解と調和的に溶出。 溶出した核種は、キャニスター内の隙間において均質に混合。 濃度が溶解度を超える場合には、溶解度による濃度制限(瞬時・可逆)。
人工バリア中核種移行	<ul style="list-style-type: none"> 一次元円筒座標系モデル。 人工バリア中での濃度勾配に基づく拡散、緩衝材への収着(瞬時・線形・可逆)、溶解度による濃度制限(瞬時・可逆)。
天然バリア(母岩、断層)中核種移行	<ul style="list-style-type: none"> 一次元平行平板モデルの重ね合わせ(母岩) 一次元平行平板モデル(断層) 移流・分散、マトリクス拡散、岩石基質中での収着(瞬時・線形・可逆)。
生物圏	<ul style="list-style-type: none"> 地表環境での核種移行、複数の被ばく経路を考慮 <本評価では、わが国でのTRU廃棄物概念検討書での「河川水シナリオ」の結果を直接引用>
その他	<ul style="list-style-type: none"> 核種移行評価は、上記モデルを用いて廃棄体1本あたりの解析(核種溶出 人工バリア 天然バリア 生物圏)を行ったあと、その結果を総廃棄体本数倍する。

条件設定

表 3-1-3 諸外国の安全評価書での条件設定の例と本評価での設定の比較

		スイス : EN2002 < Nagra TR 02-05 >	フィンランド : TILA99 < POSIVA 99-07 >	スウェーデン : SR97 < SKB TR-99-06 >	スウェーデン : SITE94 < SKI Report 96:36 >	日本 : 第2次取りまとめ < JNC TN1400 99-020 >	日本 : TRU報告書 < JNC TY1400 2000-001 >	本検討で設定した 条件	本検討での設定の 考え方
燃料 (UO ₂ マトリクス) 溶解時間		約1億年	約100万年 (1万年のケースも 設定)	1億年	1万5千年	-	-	100万年 (1万5千年のケース も設定)	諸外国の安全評価書での条 件の中間的な値である TILA99の条件を引用。また、 SITE94の条件を、本検討の 追加ケースの設定において 引用。
構造材 ^{*1} 溶解時間		約3万年	1万年	40万年	1万年	-	7600年	7600年	TRU概念検討書の条件を利用
C-14 の特性	形態 (無機として取 り扱うか、有機 として取り扱う か)	燃料起源:無機 (有機のケースも 設定) 構造材起源:有機	分配係数等の設定に よれば、無機としての 取り扱いと考えられる	分配係数等の設定に よれば、無機としての 取り扱いと考えられる	無機	-	無機	燃料起源:無機 (有機のケースも 設定) 構造材起源:有機	EN2002の条件を引用。 また、EN2002における、燃料 起源のC-14を有機として扱う 考え方を、本検討の追加ケ ースの設定において引用。
	瞬時溶解割 合 (IRF)	燃料中のC-14量の 10% 構造材中のC-14量の 20%	燃料中のC-14量の 10%	全C-14量の15% (構造材等を含めた場 合。燃料中のみでは 5%)	燃料中のC-14量の 10%	-	グループ2(ハル・ エンドピース)の C-14量の20%	燃料中のC-14量の 10% 構造材中のC-14量の 20%	TRU概念検討書、EN2002の 条件を引用
	分配係数 [m3/kg]	< 無機 > 緩衝材:6E-5 岩盤:1E-3 < 有機 > 緩衝材:0 岩盤:0	緩衝材:0 岩盤:1E-4	緩衝材:0 岩盤:1E-3	< 無機 > 緩衝材:1E-2 岩盤:1E-3	-	< 無機 > 緩衝材:0 岩盤:1E-4	< 無機 > 緩衝材:6E-5 岩盤:1E-4 < 有機 > 緩衝材:0 岩盤:0	TRU概念検討書、EN2002の 条件を引用
I-129 の特性	瞬時溶解割合	UO ₂ 中のI-129量の 4%	UO ₂ 中のI-129量の 6%	UO ₂ 中のI-129量の 3% (6%のケースも設定)	UO ₂ 中のI-129量の 10%	-	グループ1(廃銀吸 着材)中のI-129量 の100%	UO ₂ 中のI-129量の 4%	EN2002の条件を利用
	分配係数 [m3/kg]	緩衝材:5E-4 岩盤:3E-5	緩衝材:0 岩盤:0	緩衝材:0 岩盤:0	緩衝材:1E-3 岩盤:5E-4	-	緩衝材:0 岩盤:1E-4	緩衝材:0 岩盤:1E-4	TRU概念検討書の条件を引 用
溶解開始時刻		処分1万年後	処分1万年後	処分20万年後	処分1000年後	処分1000年後	処分直後	処分1000年後	第2次取りまとめの条件を引 用
最大線量の支配核種		I-129	I-129	I-129	Ra-226	-	I-129	< 本評価で検討 >	

*1: シルカロイやアッセンブリ (注: ただし、安全評価書毎に定義は微妙に異なる)

評価ケースの設定

表 3-1-4 評価ケースの設定

項 目		データ変更の組合せ			
燃料溶解時間[y]		1×10^6	1.5×10^4	1×10^6	1.5×10^4
C-14 の形態	燃料起源	無機	無機	有機	有機
	構造材起源	有機	有機	有機	有機



硬岩（結晶質岩）ケース	Case1-1	Case1-2	Case1-3	Case1-4
軟岩（堆積岩）ケース	Case2-1	Case2-2	Case2-3	Case2-4

評価データ

表 3-1-5 ガラス固化体の評価と異なる主なデータ

硬岩（結晶質岩）ケース

パラメータ		単位	Case1-1	Case1-2	Case1-3	Case1-4
ソースターム	オーバーハラの破損時期(処分後)	[y]	1.00E+03			
	廃棄体本数	[can]	1.74E+04			
	燃料中のC-14	[Bq/can]	3.60E+10			
	燃料中のI-129	[Bq/can]	2.83E+09			
	燃料中のCl-36	[Bq/can]	8.05E+08			
	燃料中のSe-79	[Bq/can]	3.77E+10			
	燃料中のCs-135	[Bq/can]	4.22E+10			
	構造材中のC-14	[Bq/can]	6.44E+10			
	燃料中のC	[%]	10			
	燃料中のCl	[%]	4			
	燃料中のCs	[%]	10			
	燃料中のSe	[%]	4			
	燃料体中のCs	[%]	4			
	構造材中のC	[%]	20			
	即時溶解割合 (IRF)					
ソースターム	燃料	[y]	100万年で 全量溶解	15000年で 全量溶解		15000年で 全量溶解
	構造材	[y]	7600年で 全量溶解			
	C-14の形態					
	燃料中のC	[-]	無機		有機	有機
	構造材中のC	[-]	有機			
	分配係数					
	C(有機)	[m3/kg]	0		0	0
	C(無機)	[m3/kg]	0.00006			
	I	[m3/kg]	0			
	Cl	[m3/kg]	0			
	Se	[m3/kg]	0			
	Cs	[m3/kg]	0.01			
	その他の元素	[m3/kg]	第2次取りまとめ と同じ			
	拡散係数					
	I, Se, C(無機)	[m2/s]	2E-10			
ソースターム	Cs	[m2/s]	6E-10			
	その他の元素	[m2/s]	第2次取りまとめ と同じ			
	溶解度					
	C(有機)	[mol/l]	可溶性		可溶性	可溶性
	C(無機)	[mol/l]	2.5E-04			
	I	[mol/l]	可溶性			
	Cl	[mol/l]	可溶性			
	Se	[mol/l]	3.E-09			
	Cs	[mol/l]	可溶性			
	その他の元素	[mol/l]	第2次取りまとめ と同じ			
	分配係数					
	C(有機)	[m3/kg]	0		0	0
	C(無機)	[m3/kg]	0.0001			
	I	[m3/kg]	0.0001			
	Cl	[m3/kg]	0.0001			
天然バリア中の 核種移行パラメータ	Se	[m3/kg]	0.01			
	Cs	[m3/kg]	0.05			
	その他の元素	[m3/kg]	第2次取りまとめ と同じ			
	拡散係数					
	全元素 (C,I,Cl含む)	[m2/s]	第2次取りまとめ と同じ			
	移行経路 特性等					
	透過量係数分布		第2次取りまとめ と同じ			
	マトリクス拡散深さ					
	マトリクス拡散等価面積率					
	マトリクス飽和率					
	移行距離 等					
	C-14	[mSv/Bq]	1.55E-13			
	I-129	[mSv/Bq]	7.50E-13			
	Cl-36	[mSv/Bq]	8.19E-14			
	Se-79	[mSv/Bq]	7.76E-12			
	Cs-135	[mSv/Bq]	2.26E-13			

第2次取りまとめの条件を本検討用に修正
第2次取りまとめの条件を引用
TRU報告書の条件を引用
EN2002の条件を引用
TILA-99の条件を引用
SITE-94の条件を引用

軟岩（堆積岩）ケース

パラメータ		単位	Case2-1	Case2-2	Case2-3	Case2-4
ソースターム	オーバーハラの破損時期(処分後)	[y]	1.00E+03			
	廃棄体本数	[can]	1.74E+04			
	燃料中のC-14	[Bq/can]	3.60E+10			
	燃料中のI-129	[Bq/can]	2.83E+09			
	燃料中のCl-36	[Bq/can]	8.05E+08			
	燃料中のSe-79	[Bq/can]	3.77E+10			
	燃料中のCs-135	[Bq/can]	4.22E+10			
	構造材中のC-14	[Bq/can]	6.44E+10			
	燃料中のC	[%]	10			
	燃料中のCl	[%]	4			
	燃料中のCs	[%]	10			
	燃料中のSe	[%]	4			
	燃料体中のCs	[%]	4			
	構造材中のC	[%]	20			
	即時溶解割合 (IRF)					
	燃料	[y]	100万年で 全量溶解	15000年で 全量溶解		15000年で 全量溶解
ソースターム	構造材	[y]	7600年で 全量溶解			
	C-14の形態					
	燃料中のC	[-]	無機		有機	有機
	構造材中のC	[-]	有機			
	分配係数					
	C(有機)	[m3/kg]	0		0	0
	C(無機)	[m3/kg]	0.00006			
	I	[m3/kg]	0			
	Cl	[m3/kg]	0			
	Se	[m3/kg]	0			
	Cs	[m3/kg]	0.01			
	その他の元素	[m3/kg]	第2次取りまとめ と同じ			
	拡散係数					
	I, Se, C(無機)	[m2/s]	2E-10			
	Cs	[m2/s]	6E-10			
ソースターム	その他の元素	[m2/s]	第2次取りまとめ と同じ			
	溶解度					
	C(有機)	[mol/l]	可溶性		可溶性	可溶性
	C(無機)	[mol/l]	2.5E-04			
	I	[mol/l]	可溶性			
	Cl	[mol/l]	可溶性			
	Se	[mol/l]	3.E-09			
	Cs	[mol/l]	可溶性			
	その他の元素	[mol/l]	第2次取りまとめ と同じ			
	分配係数					
	C(有機)	[m3/kg]	0		0	0
	C(無機)	[m3/kg]	0.0001			
	I	[m3/kg]	0.0001			
	Cl	[m3/kg]	0.0001			
天然バリア中の 核種移行パラメータ	Se	[m3/kg]	0.01			
	Cs	[m3/kg]	0.05			
	その他の元素	[m3/kg]	第2次取りまとめ と同じ			
	拡散係数					
	全元素 (C,I,Cl含む)	[m2/s]	第2次取りまとめ と同じ			
	移行経路 特性等					
	透過量係数分布		第2次取りまとめ と同じ			
	マトリクス拡散深さ					
	マトリクス拡散等価面積率					
	マトリクス飽和率					
	移行距離 等					
	C-14	[mSv/Bq]	1.55E-13			
	I-129	[mSv/Bq]	7.50E-13			
	Cl-36	[mSv/Bq]	8.19E-14			
	Se-79	[mSv/Bq]	7.76E-12			
	Cs-135	[mSv/Bq]	2.26E-13			

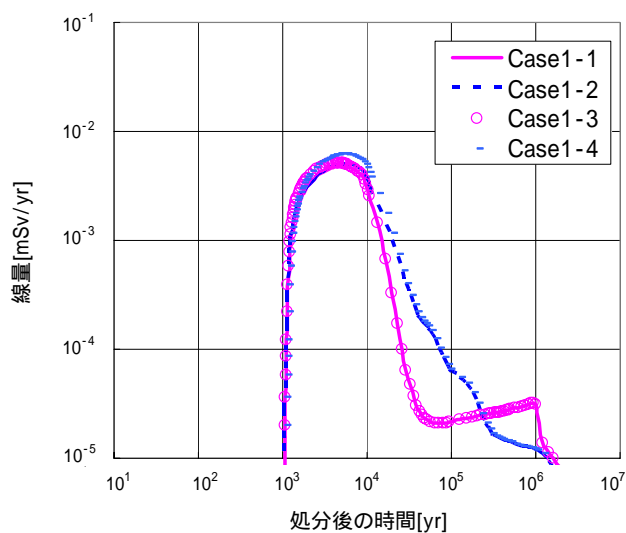
* 第2次取りまとめの新第三紀泥質凝灰質岩に対する設定を引用
第2次取りまとめの条件を本検討用に修正
第2次取りまとめの条件を引用
TRU報告書の条件を引用
EN2002の条件を引用
TILA-99の条件を引用
SITE-94の条件を引用

(4) 評価結果

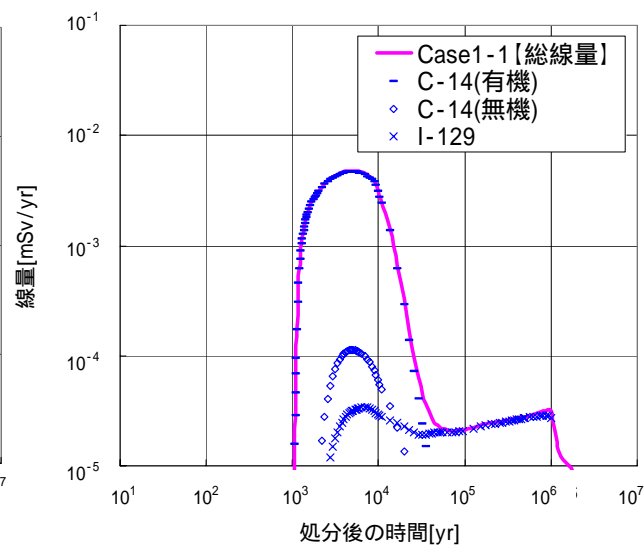
表 3-1-6 評価結果の概要

項目	結果の概要
総線量の最大値[mSv/y]	(いずれのケースも) 10^{-3} mSv/yのオーダー*
最大値の発生時間[y]	(いずれのケースも) 処分後 5,000 ~ 8,000 年
支配核種	(いずれのケースも) C-14 (有機)
結果の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・遅延効果が小さい C-14 (有機) が支配的となるため、オーバーパック破損 (処分後 1,000 年) 以降に早期に最大値が生ずる。 ・諸外国の安全基準 (0.1 ~ 0.3mSv/y) を下回る結果となっている。

* : なお、この総線量の最大値は、1 キヤニスターあたりの燃料集合体の収納体数を 4 体とした場合の結果であるが、収納体数を 2 体とした場合でも総線量の最大値は変化しないと考えられる。

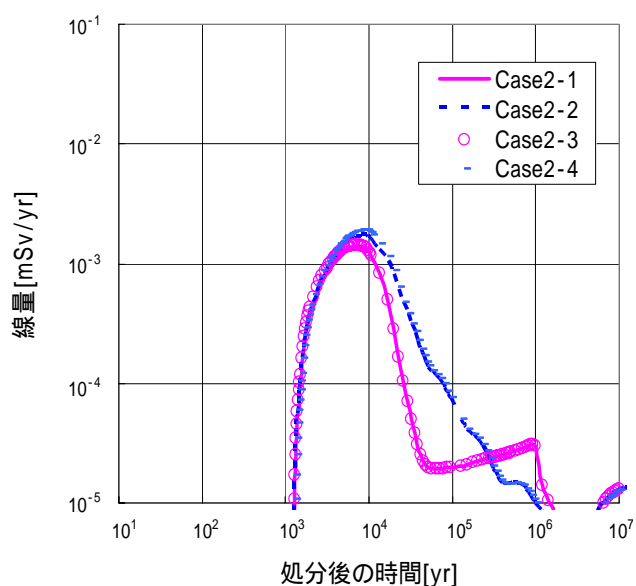


Case1-1 ~ Case1-4 の総線量の比較

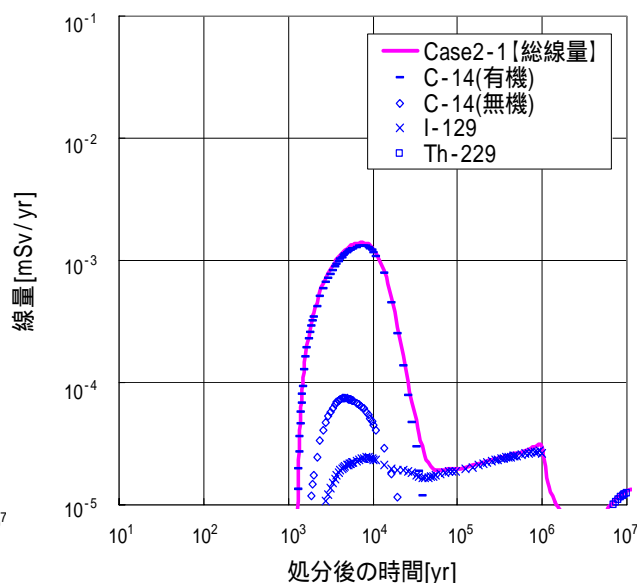


Case1-1 における主要な核種

図 3-1-5 -1 硬岩 (結晶質岩) の結果



Case2-1 ~ Case2-4 の総線量の比較



Case2-1 における主要な核種

図 3-1-5-2 軟岩（堆積岩）の結果

なお、諸外国の安全評価と本予備的評価での支配核種の相違は、「C-14 の取扱いの違い（無機、有機）」、「岩盤性能の違い」、「溶解開始時間、構造物溶解時間の違い」などにより生じている。

表 3-1-7 諸外国の安全評価と本予備的評価での支配核種の相違

岩盤性能	無機の C-14 のみを考慮 (燃料起源と構造物起源で特に区別せず)	有機の C-14 を考慮 (燃料起源を無機、構造物起源を有機と区別)
特に良好	支配核種 : I-129 (TILA99, SR97)	支配核種 : I-129 (EN2002)
特に良好ではない		支配核種 : C-14 (有機) (本評価)

(5) 予備的な核種移行評価のまとめ

使用済燃料の直接処分に関する予備的な核種移行評価の結果は、諸外国の安全基準を下回る結果となっている。従って、「第2章 2.3 直接処分場の設計検討」で想定した直接処分場概念は、放射性物質による環境影響に関して大きな齟齬はきたさない程度の妥当性はあると考えられる。

第4章 臨界に関する予備的評価

4.1 予備的評価の前提

(1) 使用済燃料の直接処分時の臨界可能性について

使用済燃料を直接処分した場合、核分裂性ウラン (U)・プルトニウム (Pu) が内包されていることから、キャニスターの劣化に伴う形状等の変化により、処分場において臨界になる可能性が皆無とはいえない。このため、使用済燃料の直接処分時における臨界の可能性について検討を実施する必要がある。

なお、直接処分場で臨界が起こった場合、その規模によっては安全評価の観点から人工バリアや天然バリアの性能あるいは核種の組成への影響などが問題となる可能性もある。

(臨界の可能性の検討に当たっての課題)

a. 処分体系 (キャニスター) 内での臨界可能性

キャニスター・使用済燃料の形状変化に伴い、U、Pu が集積し臨界となる可能性については、現状の知見ではキャニスター・使用済燃料の形状が変化しないとは想定できない。

キャニスター 1,000 年後破損と想定 (ガラス固化体のオーバーパックと同様)

燃料集合体 形状確保可能時期は不明 (知見なし)。どのように形状変化するかは想定困難であり、保守的な仮定の下での臨界計算を実施

b. 処分場外での臨界可能性

U、Pu が処分体系から溶出し、処分場外に集積し臨界となる可能性については、現状の知見では、処分場から多量の U、Pu が溶出した後の集積過程は想定できず、定量的な評価は困難であるため、今回の評価対象外とした。

(2) 処分体系 (キャニスター) 内での臨界可能性評価の前提条件 (1)

a. 想定体系

ケース 1 : キャニスターの構造物が流失し、そのスペースが水とペレットで充填された場合。

ケース 2 : 使用済燃料収納部のみが流失し、そのスペースが水とペレットで充填された場合。

キャニスター仕様 (サイズ) :

燃料保持部 SKB、KBS-3・PWR タイプ (4 体収納) + 外側金属層 190mm

キャニスター直径 : 1,244mm

使用済燃料収納部有効直径 : 864mm

b. 燃料集合体

(ウラン燃料) ; 燃焼度 : 40,000MWd/t 及び 45,000MWd/t*1

収納体数 : 1 ~ 4 体

* 1 : 日本原燃の再処理施設の使用済燃料集合体最高燃焼度は 5.5 GWd/t であるが、1 日に処理する使用済燃料の平均燃焼度は 4.5 GWd/t 以下である。また、ガラス固化体は 4.5 GWd/t を燃料仕様としている。以上により、使用済燃料の直接処分もガラス固化体に合わせた。

(MOX 燃料); 燃焼度 : 40,000MWd/t

収納体数 : 1 体 (熱的制約から 1 体収納であることを考慮)

c. 冷却期間

50 年、100 年、500 年、1,000 年 (キャニスター破損時期)、5,000 年、10,000 年

d. 核分裂生成物 (FP) の存在の考慮

あり / なしの 2 ケース

(注) 原子炉施設の安全評価では、保守性を考慮して FP の存在を考慮していないことが多い。

e. ペレットと水の体積比

ペレット : 水 = 1 : 3

上記前提において、実効増倍率を計算する。

(注) 実効増倍率 : 核分裂の持続可能性を示す指標。実効増倍率が 1.0 の時、中性子の増減がない臨界状態となる。(1.0 を超えると臨界の可能性が生じる)

(3) 処分体系 (キャニスター) 内での臨界可能性評価の前提条件 (2)

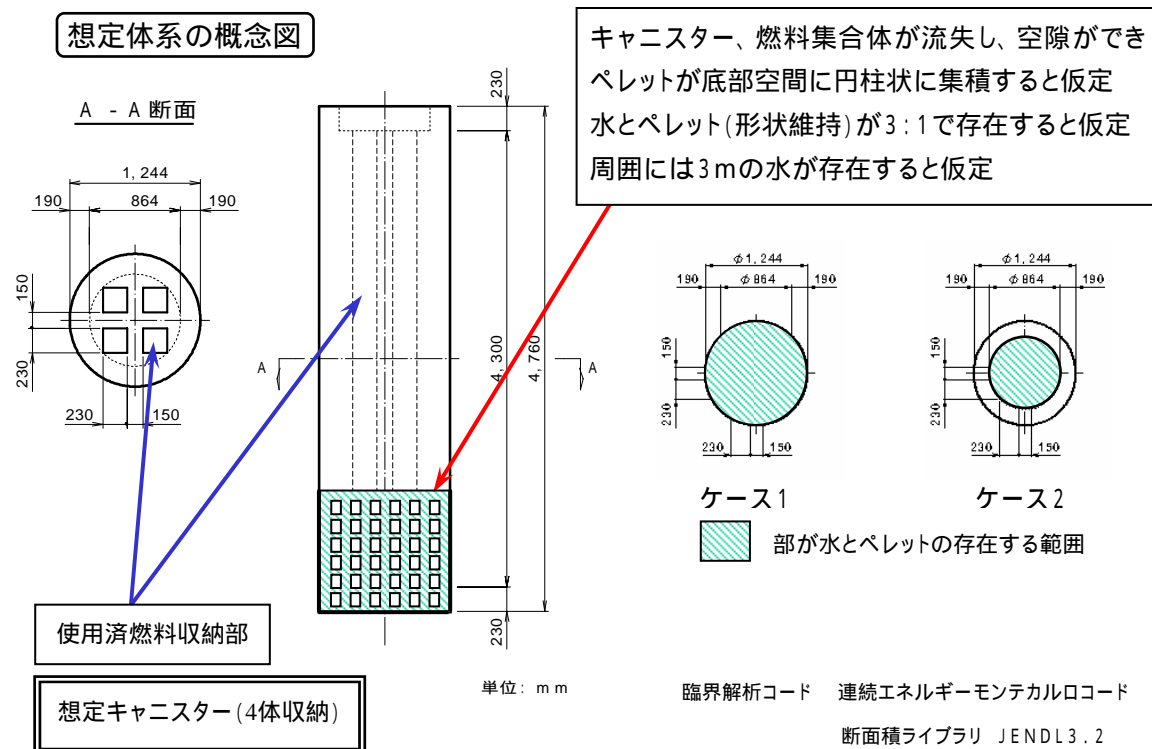


図 4-1-1 臨界可能性評価の概念図

4.2 使用済ウラン燃料での解析

(1) 処分体系内での臨界可能性の評価（燃焼度の相違による変化）

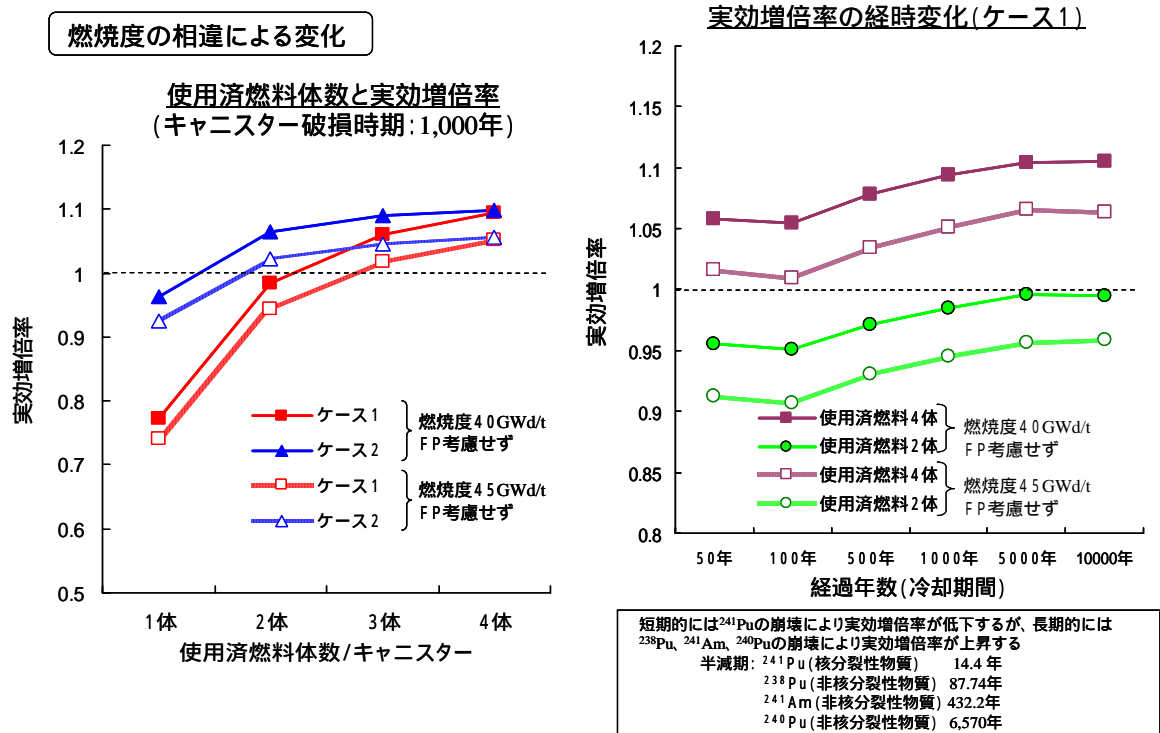


図 4-2-1 燃焼度の相違による臨界可能性評価

(2) 処分体系内での臨界可能性の評価（核分裂生成物の考慮の有無による相違）

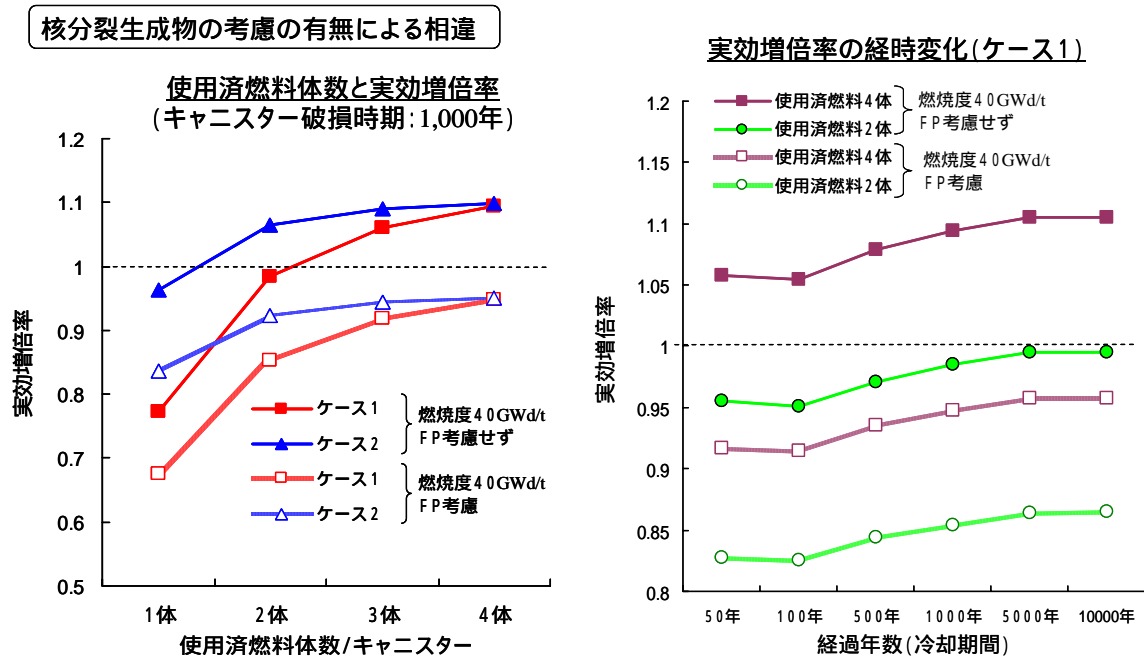


図 4-2-2 燃焼度の相違による臨界可能性評価

4.3 使用済MOX燃料での解析

(1) 処分体系内での臨界可能性の評価

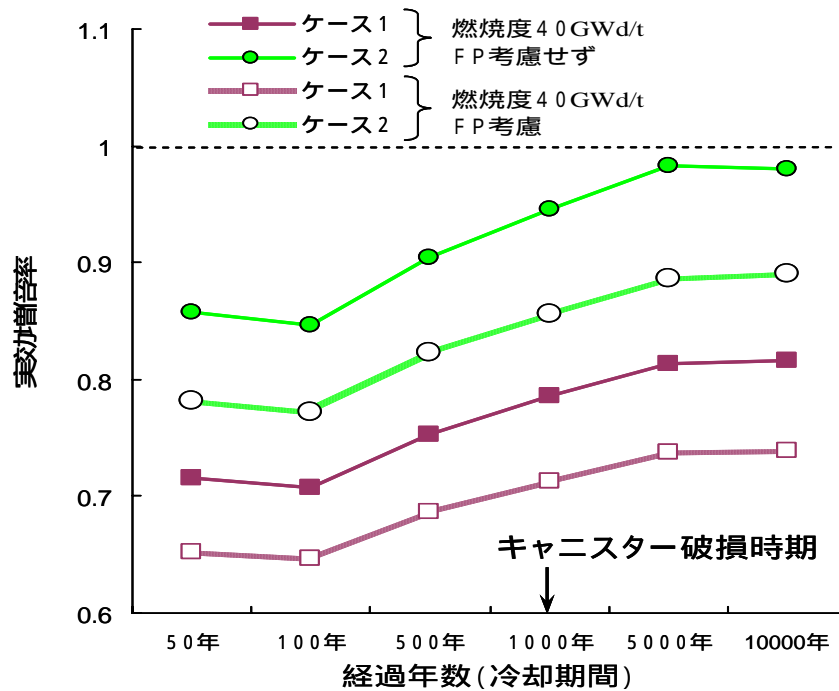


図 4-2-3 実効増倍率の経時変化 (使用済MOX燃料1体)

実効増倍率の変化傾向は使用済ウラン燃料と同様となる。ただし、中性子吸収効果を持つ Pu-238、Am-241、Pu-240 の存在割合が大きい使用済MOX燃料の方が、その変化による増倍率の変化が大きくなる。

半減期：Pu-238 (非核分裂性物質) 87.74 年
Am-241 (非核分裂性物質) 432.2 年
Pu-240 (非核分裂性物質) 6,570 年

4.4 解析結果のまとめ及び諸外国の評価との相違

(1) 解析結果のまとめ

今回の予備的解析では、十分な知見がない中で保守的な仮定を置いた計算によれば、核分裂生成物の存在を考慮した場合、使用済燃料の収納体数 4 体までは臨界の可能性が小さいとの結果を得た。従って、キャニスタ - への使用済燃料の収納体数は 4 体、2 体を変数として取扱うことは妥当と判断できる。

なお、以下の点に留意が必要である。

a. 保守的な評価になっていると考えられる点

- ・燃料集合体及びキャニスター構造物が完全に流失し、内部が水とペレットで充填されるという状態を想定している。
- ・臨界評価上理想的な水とペレットの混合体系（臨界になりやすい体系）としている。

b. 保守的な評価になっていないと考えられる点

- ・燃焼度は 40,000MWd/t 以上としているが、使用済燃料の中には設計燃焼度に達していない（新燃料に近い）燃料も存在し、その場合にはより臨界になりやすい。（使用済燃料輸送キャスクは新燃料を充填することを想定し臨界評価をしている。）

以上より、詳細な評価を行うためには、長期的な燃料集合体、キャニスターの挙動に係る知見の取得が必要である。また、保守性をどこまで考慮するかについての検討も必要となる。

(2) 諸外国の評価との相違

・今回の評価

燃料集合体 キャニスターの形状維持不可

未臨界維持のための中性子吸収物質（ホウ素等）は未考慮

・諸外国の評価（詳細については付属資料 - 4 を参照）

燃料集合体の形状維持を想定

スウェーデン

キャニスターの形状維持を想定

（キャニスターの空隙部への水の充填を想定）

スイス・フィンランド

中性子吸収物質の添加を検討中

米国・ベルギー

燃焼度制限（燃焼度考慮）を検討中

スウェーデン・スイス

第5章 使用済燃料の直接処分場の概念設計

5.1 処分場の概念及び仕様

(1) 処分施設の概念

a. キャニスタ - 、緩衝材の仕様

第2章 2.3 直接処分場の設計検討を参照

b. キャニスターの定置方法

定置方法 : 縦置き方式 (補足検討: 横置き方式)

c. 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

d. アクセス方式

キャニスタ - 及び緩衝材については、斜坑により地下施設に搬送する。また、作業員、建設等資材、掘削ズリの搬出や埋め戻し材の搬送等については、立坑を用いるものとする。

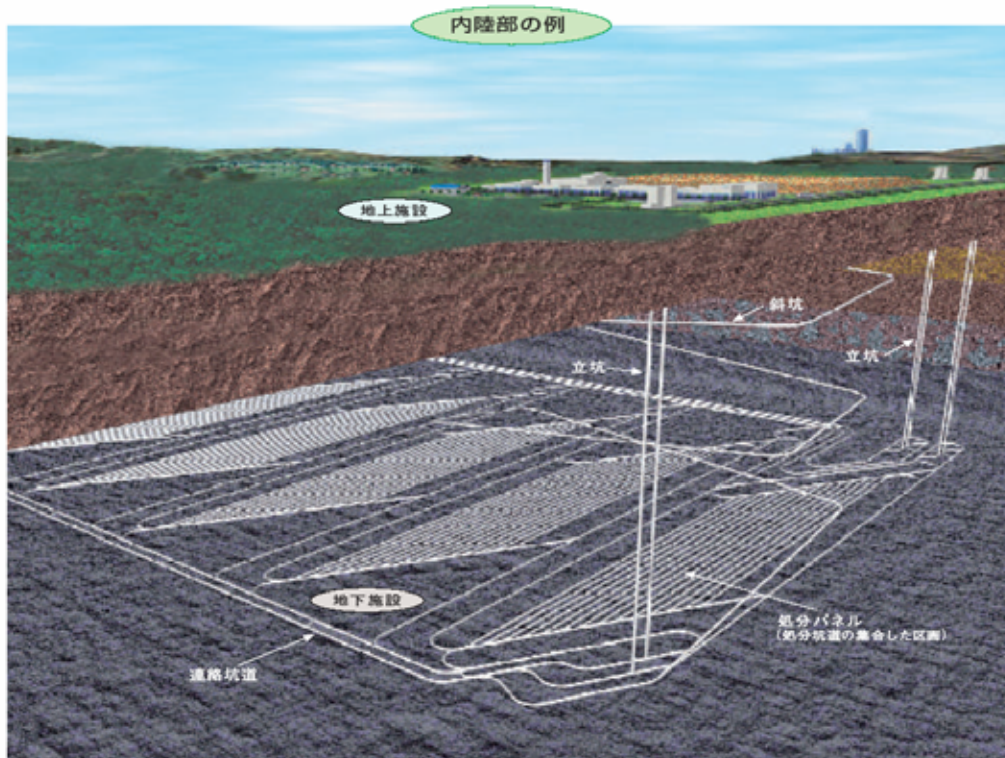


図 5-1-1 処分施設のイメージ

(ガラス固化体の例：原子力発電環境整備機構、処分場の概要、2002年12月)

(2) 掘削工法の概要

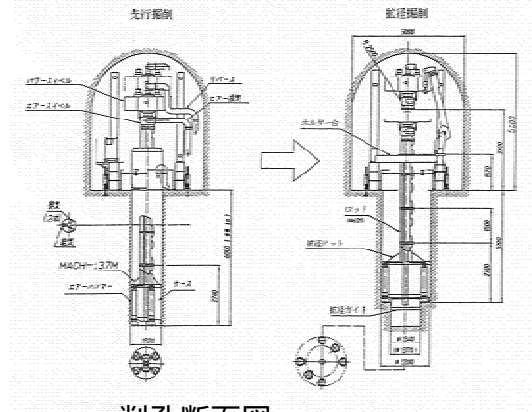
斜坑及び軟岩処分坑道掘削の例 (TBM法)



TBMマシン概要図
(トンネル・ボーリング・マシン)

(核燃料サイクル開発機構(1999): 地層処分研究開発第2次取りまとめ, 総論レポート, JNC TN1400 99-020)

処分坑削孔



削孔断面図(ガラス固化体の例)

(核燃料サイクル開発機構(1999): 地層処分研究開発第2次取りまとめ, 分冊 2t, 地層処分の工学技術 JNC TN1400 99-022)

図 5-1-2 TBMマシンと処分坑削孔

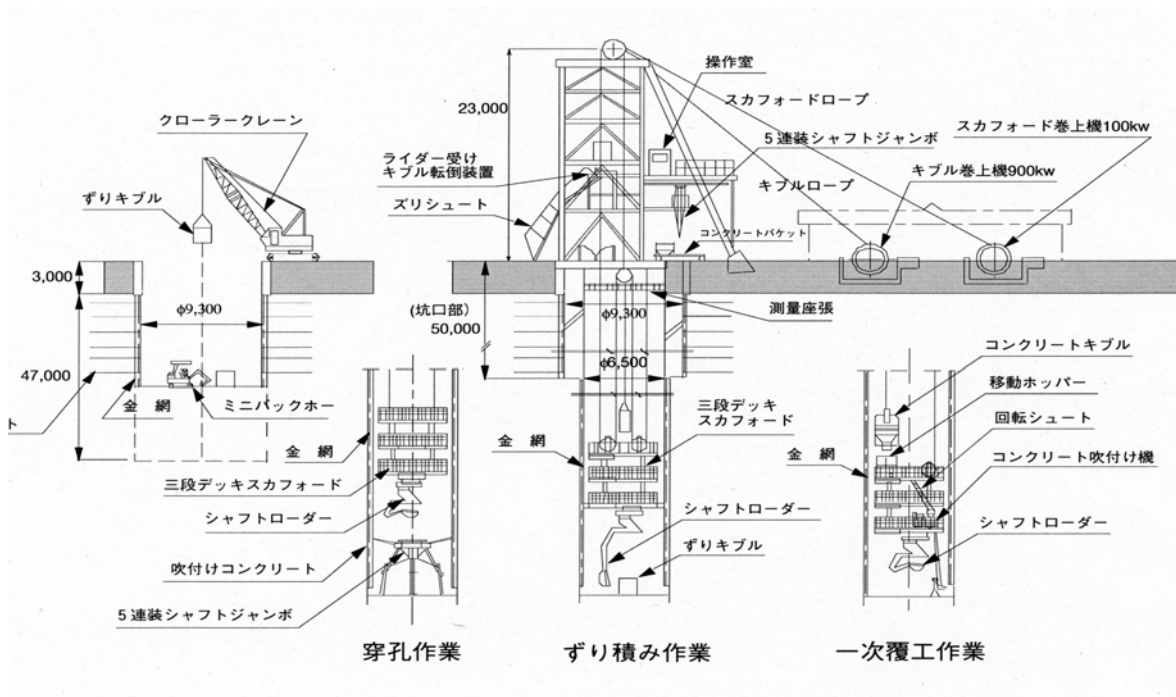
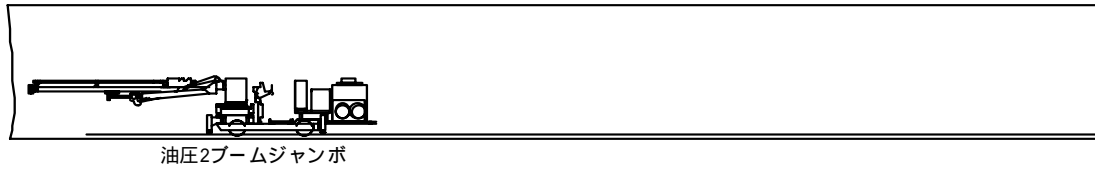


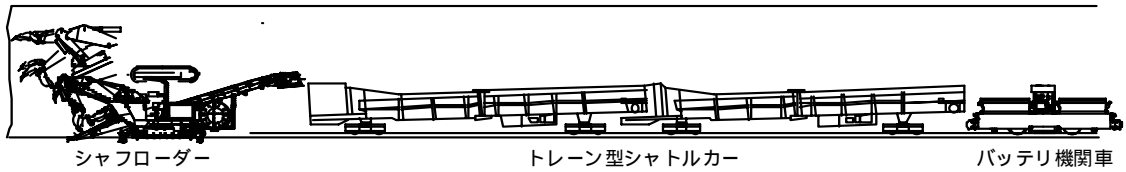
図 5-1-3 立坑の掘削方法 (ショートステップ工法)

(核燃料サイクル開発機構(1999): 地層処分研究開発第 2 次取りまとめ, 分冊 2 地層処分の工学技術, JNC TN1400 99-022)

削孔，装薬



発破，ずり出し



吹付けコンクリート

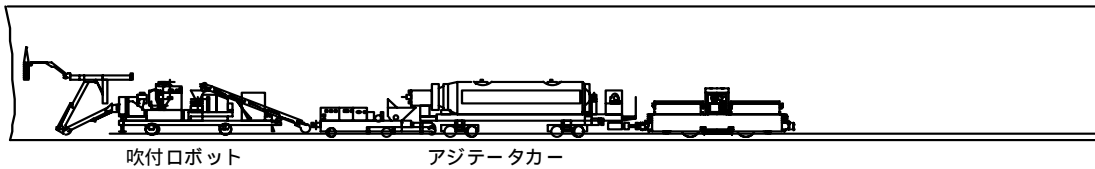


図 5-1-4 硬岩・処分坑道掘削の例（発破工法）

（核燃料サイクル開発機構(1999):地層処分研究開発第 2 次取りまとめ、分冊 2 地層処分の工学技術、JNC TN1400 99-022)

(3) 操業の概要

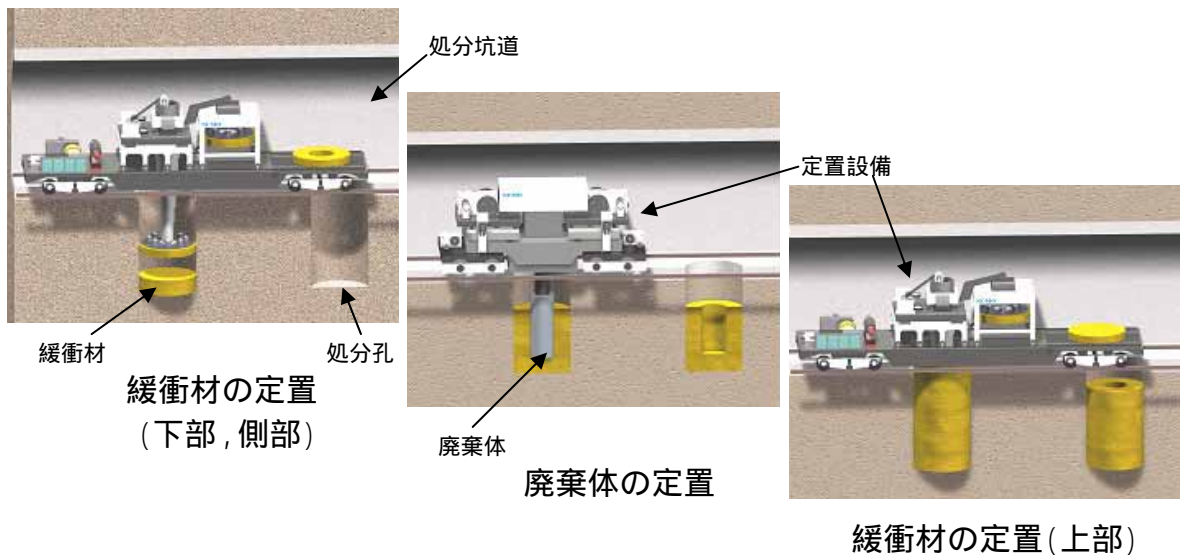


図 5-1-5 バリアの定置手順（ガラス固化体処分での検討例）

（原子力発電環境整備機構:処分場の概要, 2002年12月の図に一部加筆）

(4) 埋め戻し施工の概要



(1) 処分坑道の埋め戻し

(原子力発電環境整備機構: 処分場の概要, 2002年12月)



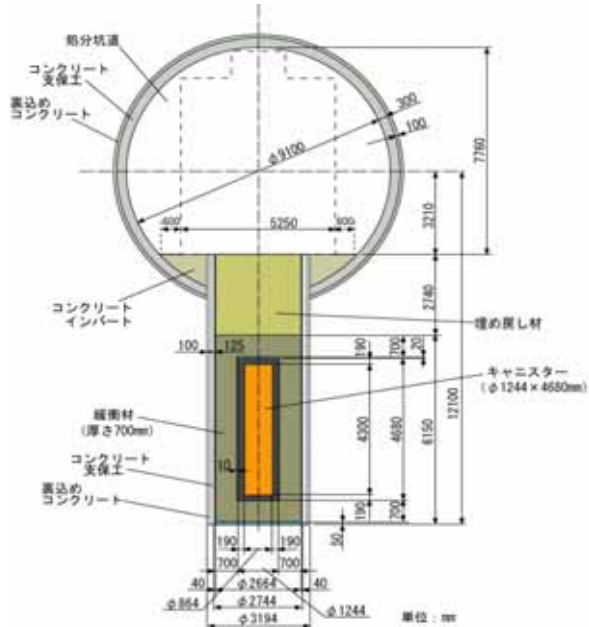
(2) 立坑埋め戻し施工概念

(原子力発電環境整備機構: 処分場の概要, 2002年12月)

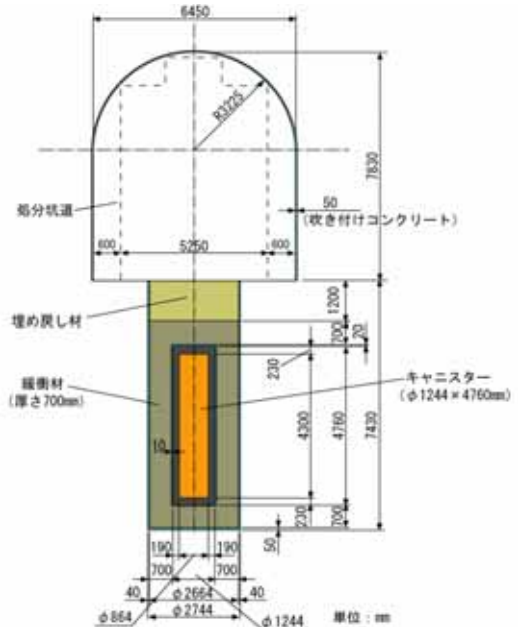
図 5-1-6 埋め戻し施工概念

5.2 処分坑道及び主要坑道の寸法、諸元（定置方式、使用済燃料収納体数別）

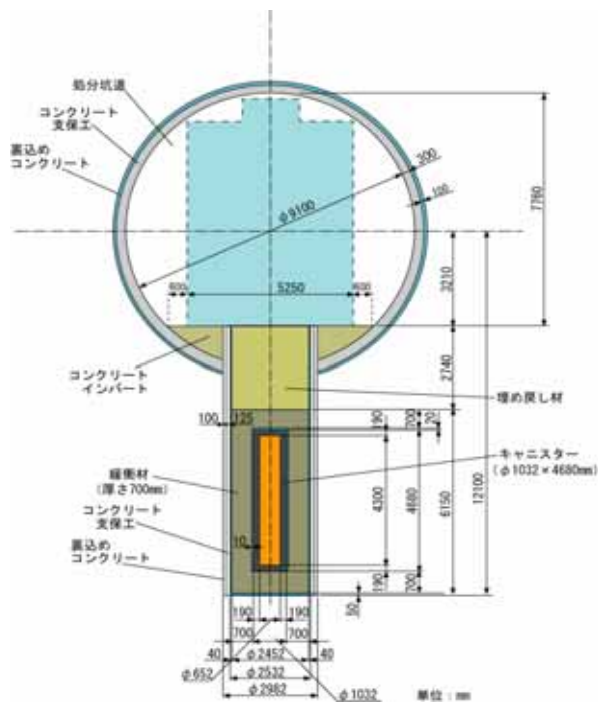
(1) 処分坑道断面（縦置）



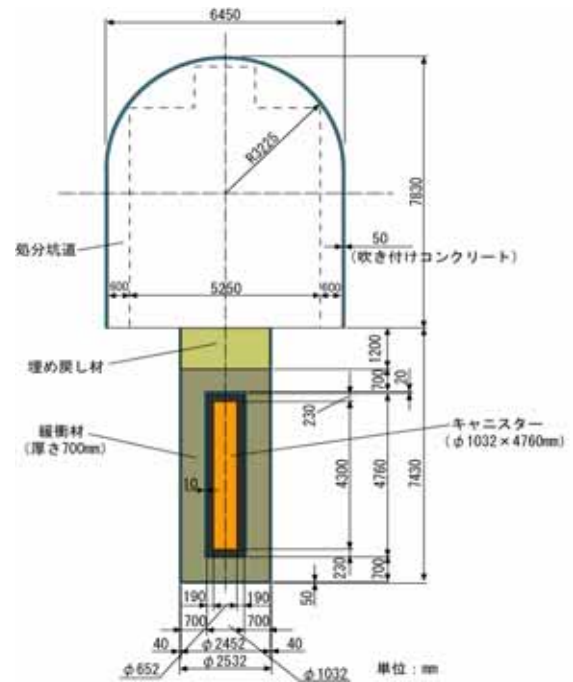
軟岩縦置 キャニスター4 体収納



硬岩縦置 キャニスター4 体収納



軟岩縦置 キャニスター2 体収納



硬岩縦置 キャニスター2 体収納

図 5-2-1 処分坑道標準断面図（縦置）

(2) 主要坑道断面（縦置）

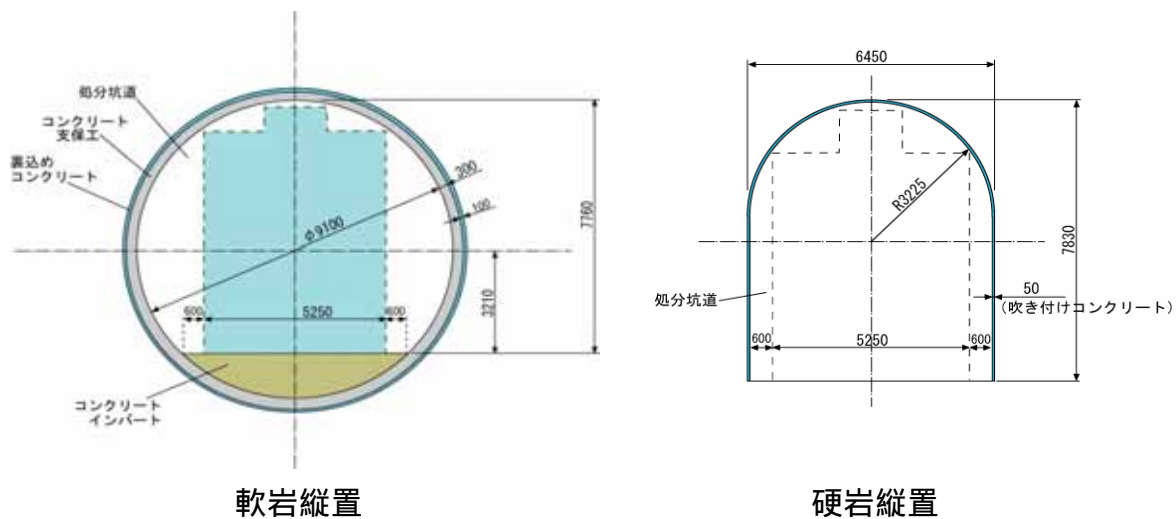


図 5-2-2 主要坑道標準断面図（縦置）

(3) 処分坑道標準断面図（横置）[補足検討ケース]

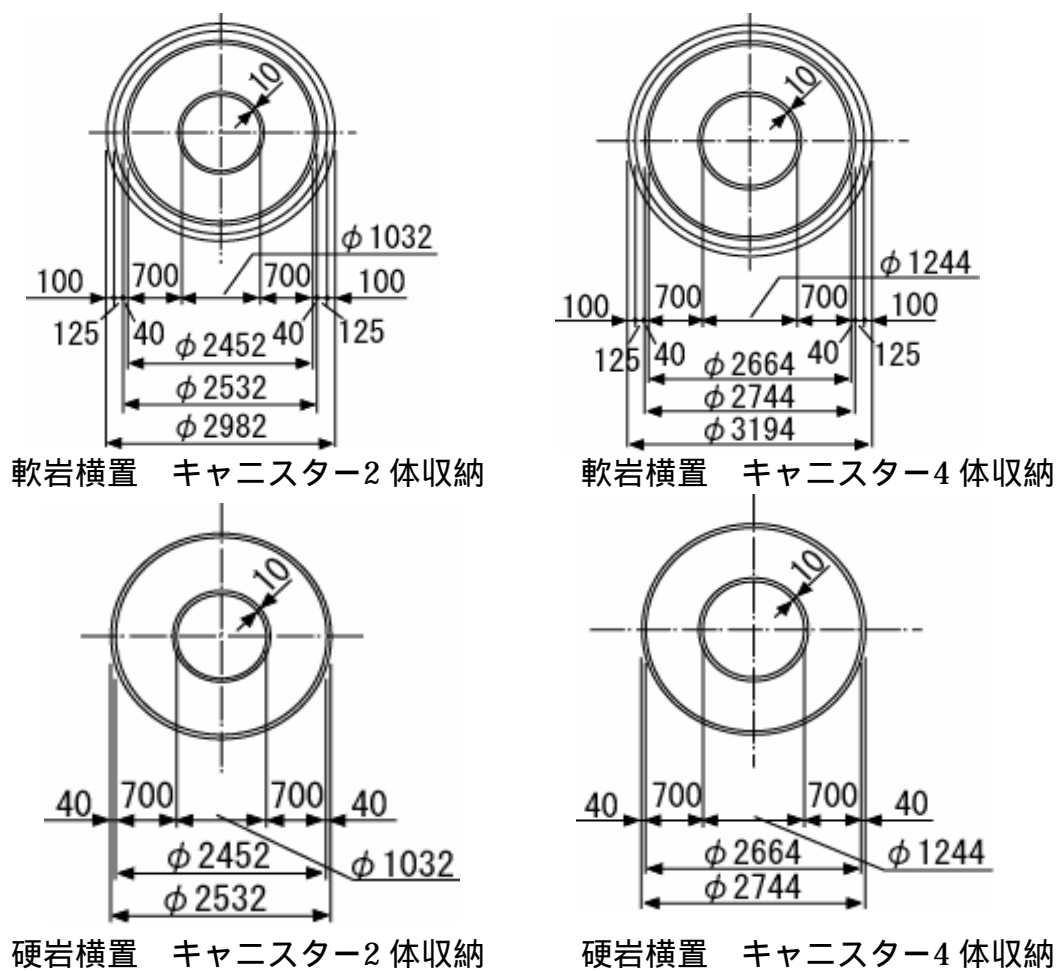
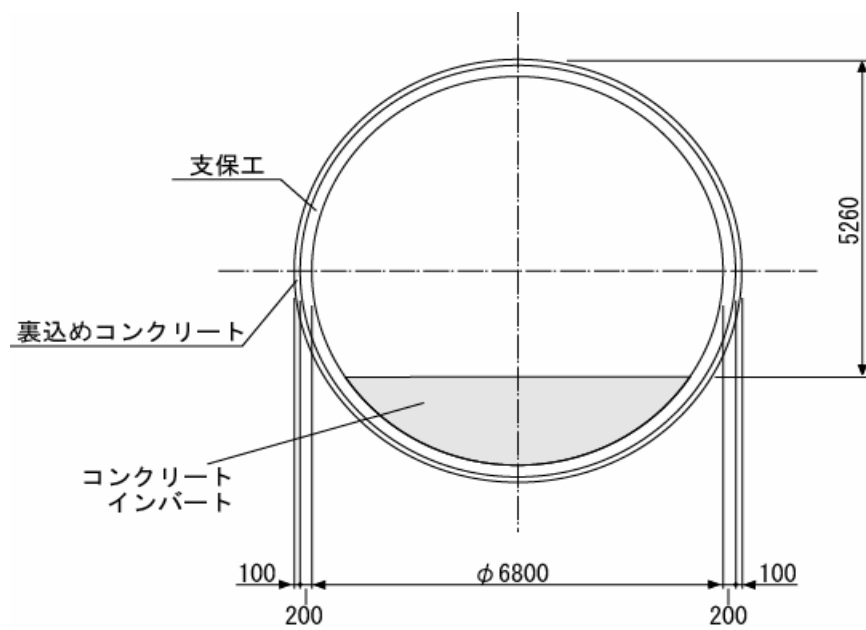
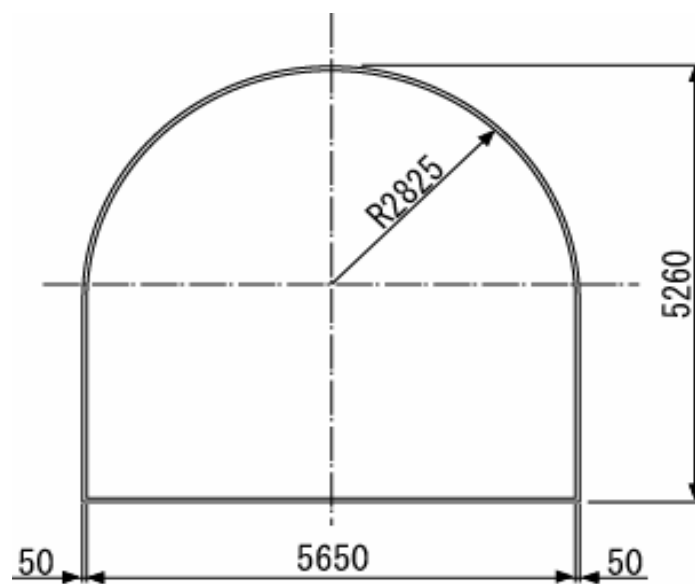


図 5-2-3 主要坑道標準断面図（横置）[補足検討ケース]

(4) 主要坑道断面（横置）[補足検討ケース]



軟岩横置



硬岩横置

図 5-2-4 主要坑道標準断面図（横置）[補足検討ケース]

5.3 熱解析

(1) 熱解析モデル

解析モデル領域、境界条件及び初期条件

- a. 解析モデル領域
 - 地表から処分深度（キャニスター中心）+ 200m
 - キャニスター 1 本が占める領域の 1 / 4 を三次元モデル化（図 5-3-1 参照）
- b. 境界条件、初期条件
 - モデル側面は断熱境界（隣接するキャニスターを考慮）
 - 地表温度 15 の固定境界
 - 地温勾配 3 /100m として、軟岩では地表-700m：36 、硬岩では地表-1,200m：51 の固定境界
- c. 解析コード
 - 有限要素法汎用解析コード：ABAQUS 6.2

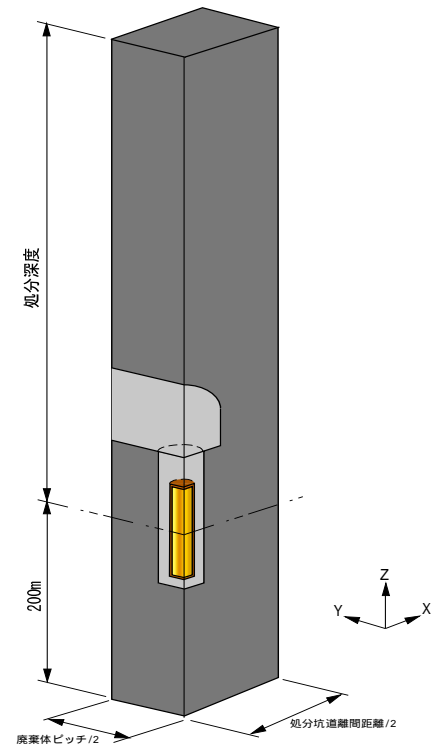


図 5-3-1 縦置き解析モデル概念

解析ケース

解析は、軟岩及び硬岩、キャニスター縦置き及び横置き、使用済燃料収容数 4 体及び 2 体の場合のそれぞれの組み合わせにおいて、キャニスター定置間隔と処分坑道離間距離をパラメータとして実施した。

縦置きの場合のキャニスター定置間隔と処分坑道離間距離の概念を図 5-3-2 に示す。

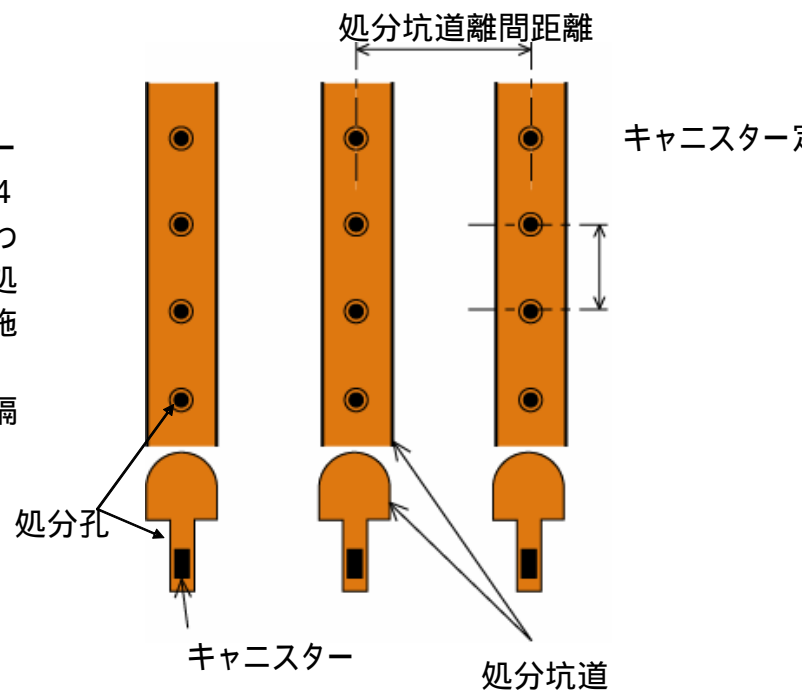


図 5-3-2 縦置き定置概念

熱物性値

表 5-3-1 解析で用いた熱物性値

項 目	熱伝導率 (W/m)	比熱 (kJ/kg)	密度 (Kg/m ³)
キャニスター(炭素鋼) ¹	51.6	0.47	7,860
緩衝材 ¹ (含水比 7%、乾燥密度 1600kg/m ³ 、Sand30%)	0.78	0.59	1,712
埋め戻し材 ²	1.3	1.0	1,800
コンクリート支保(軟岩) ²	1.4	0.879	2,300
軟岩 ¹	2.2	1.4	2,200
硬岩 ¹	2.8	1.0	2,670

1: 核燃料サイクル開発機構(1999); わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性 - 地層処分研究開発第2次取りまとめ - 分冊2 地層処分の工学技術、JNC TN1400 99-022.

2: 財団法人電力中央研究所・電気事業連合会(1999); 高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術、平成 11 年 3 月

熱伝導方程式

熱解析で用いる三次元熱伝導方程式を下に示す。

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda_x \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda_y \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) + Q$$

(c ; 比熱、 ; 密度、 ; 熱伝導率、 T ; 温度、 Q ; 流入熱量)

(2) 緩衝材制限温度 (100) に対する設計上の裕度について

緩衝材制限温度 (100) に対する設計上の裕度をどの程度設けることが適当かということに関し、 使用済燃料の燃焼度の不均質性、 キャニスターと緩衝材の隙間の影響の点から検討を行う。

使用済燃料の燃焼度の不均質性の考慮

ガラス固化体と使用済燃料の発熱特性の違いは、前者がガラス固化工程を経て熱的に均質な状態であるのに対して、後者は集合体単位及び集合体軸方向の燃焼度に不均質性をもつことである。

a．軸方向の燃焼度分布について

使用済燃料は軸方向に燃焼度分布を持つため、発熱量も軸方向に分布する（図 5-3-3 及び図 5-3-4 参照）。PWR 燃料及びBWR 燃料の軸方向の発熱量分布を考慮した熱解析を実施した結果によれば、その影響は、それぞれ約 0.9 、約 1.5 程度である（図 5-3-5 及び図 5-3-6 参照）。

b．取出燃焼度の違いについて

- ・取出燃焼度の違いが及ぼす影響は廃棄体内の使用済燃料の取出燃焼度の差で生じるため、ここでは標準ケースを 45GWd/MTU として、50GWd/MTU に対する差を評価することとする。
- ・図 5-3-7 に、取出燃焼度のばらつきを考慮した熱解析結果を示す。それによると、標準ケース（PWR 取出燃焼度 45 GWd/MTU）に対して、取出燃焼度 50GWd/MTU では PWR のケースで約 8 、BWR のケースで約 4 緩衝材の最高温度が高くなった。

c．設計上の裕度について

上記 a の軸方向の燃焼度分布及び b の取出燃焼度のばらつきを考慮して、緩衝材制限温度(100)に対して、熱解析の結果に 10 の裕度を見込むことが適切である。

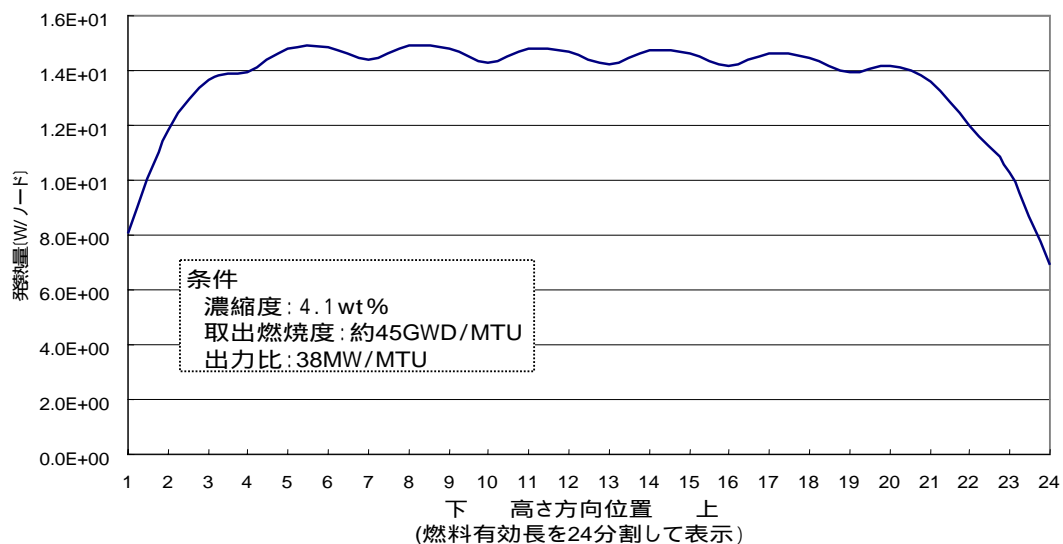


図 5-3-3 代表的な PWR 燃料の発熱分布（炉取出 54 年後）

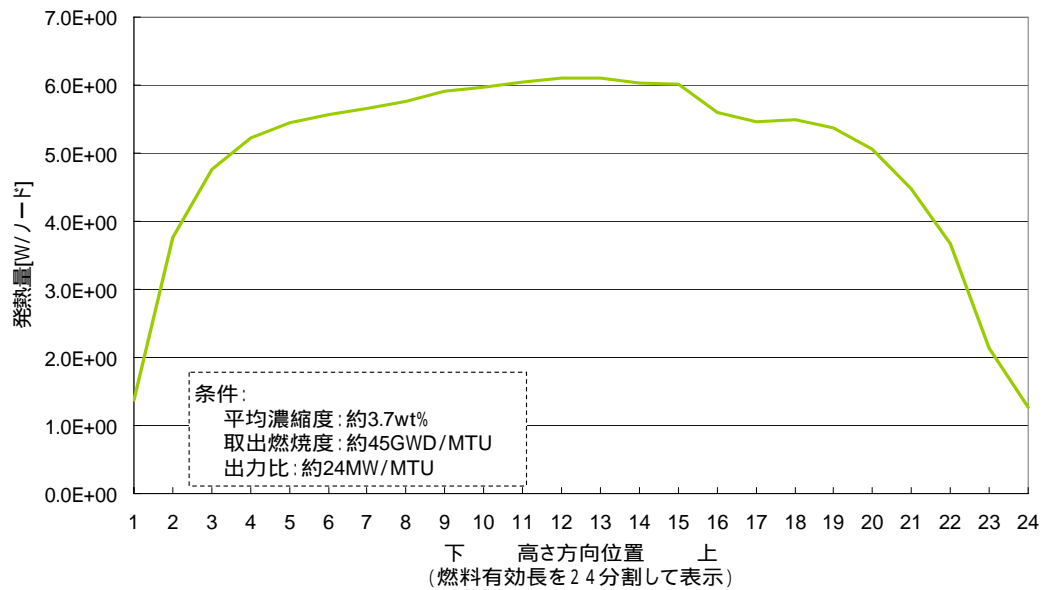


図 5-3-4 代表的な BWR 燃料の発熱分布（炉取出 54 年後）

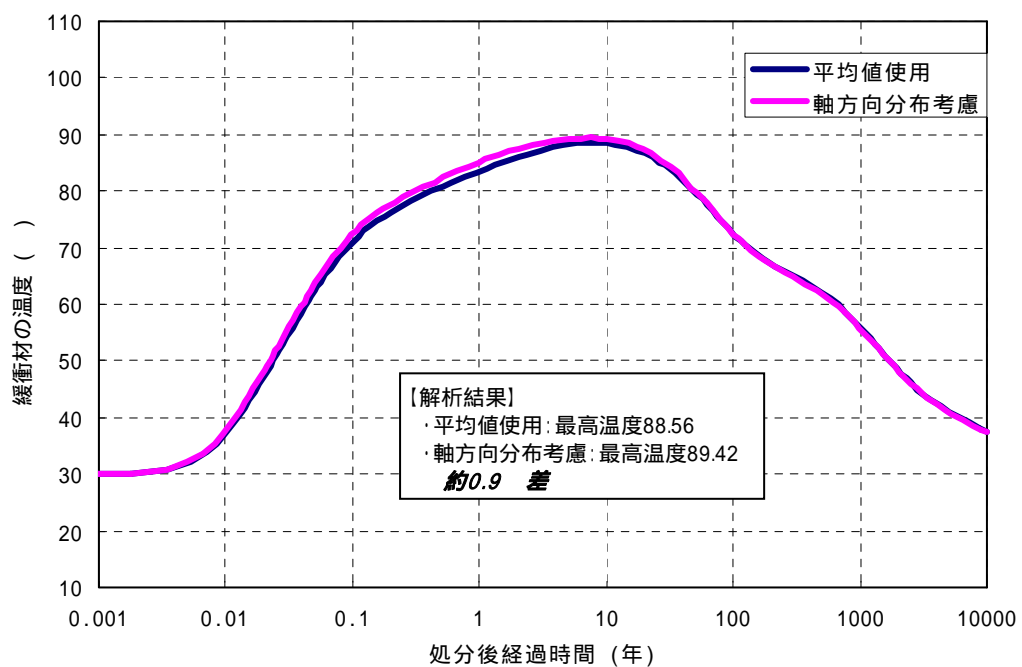


図 5-3-5 燃焼度の軸方向分布の影響（PWR）

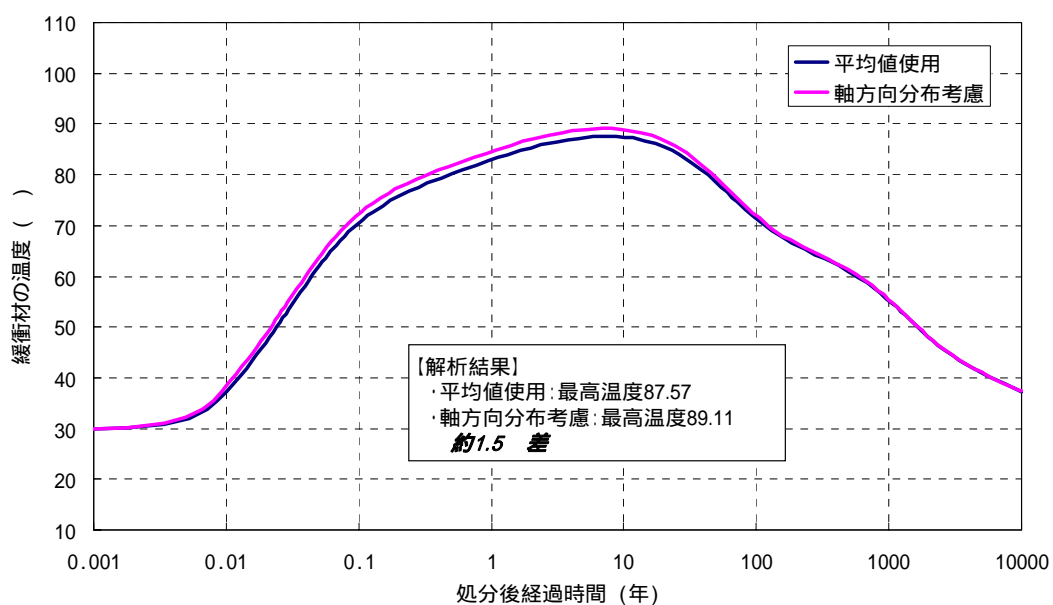


図 5-3-6 燃烧度の軸方向分布の影響 (BWR)

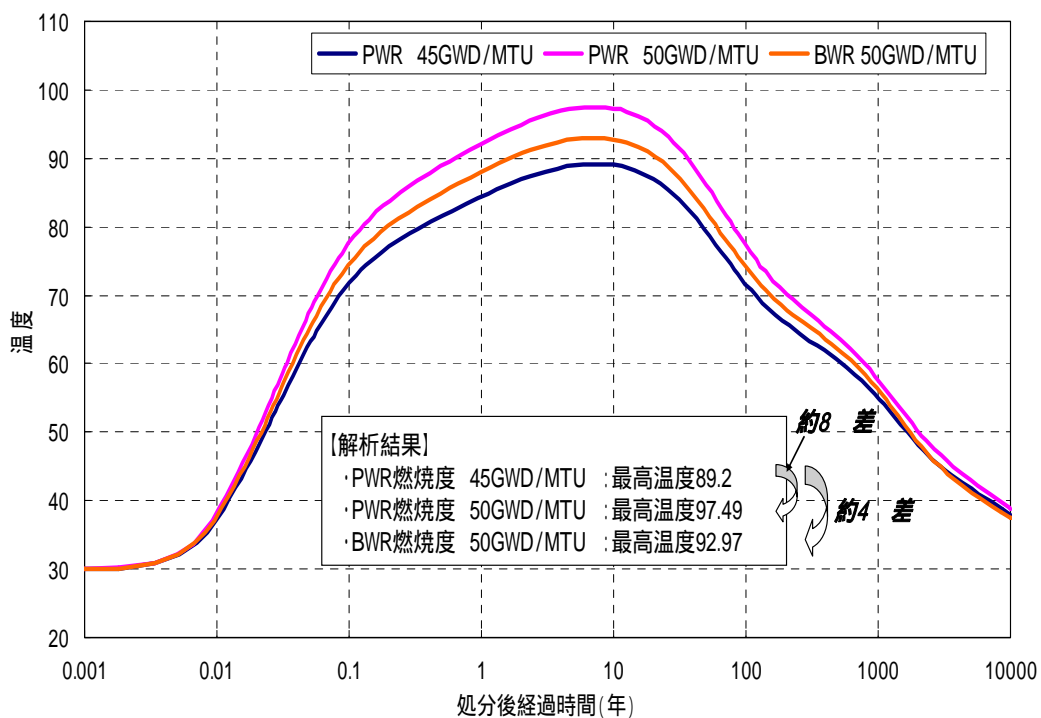


図 5-3-7 取出燃烧度の違いが及ぼす影響

キャニスターと緩衝材の隙間の影響

今回の直接処分場の熱解析においては、簡便化のために、キャニスターと緩衝材との隙間の影響までを織り込んだ検討は行っていない。ただし、参考までに、隙間の影響を考慮したガラス固化体の熱解析によれば、隙間にベントナイト粉末を施工するとした場合() 保守的な仮定の下で約 4 の温度上昇が発生する。しかし、緩衝材定置後には徐々に地下水が浸潤し、緩衝材膨潤により隙間がふさがることとも想定され、この地下水浸潤やそれに伴う応力の変化までも考慮した熱 - 水 - 応力連成解析によれば、熱解析のみの場合に比べ 3 ~ 15 程度最高温度が下がることが示されている。これらのことから、今回の直接処分場の熱解析においても、ベントナイト粉末を施工するとすれば、キャニスターと緩衝材との隙間の影響は顕著ではないものと考えられる。なお、処分体横置き定置方式の場合には、縦置き定置方式の場合に比べ、隙間へのベントナイト粉末の充填作業の困難さが予想される。

ガラス固化体の場合に、緩衝材大型試験設備を用いた人工バリア施工試験で、オーバーパック(キャニスターに相当)と緩衝材との隙間にベントナイト粉末を施工できることを確認(縦置き定置方式のみ)している。

以上より、緩衝材制限温度 100 を担保するため、燃焼度のばらつきを考慮し、緩衝材設計目標温度は 90 とする。

【参考】直接処分における緩衝材制限温度と設計温度(諸外国の例)

項目 \ 国	フィンランド	スウェーデン	スイス
使用済燃料燃焼度 冷却期間	36 GWD/MTU 30 年	42 ~ 44 GWD/MTU 30 年	48 GWD/MTU (30 ~ 65GWD/MTU) 40 年
処分場深度 岩 種	500m 花崗岩	500 ~ 600m 花崗岩等	約 650m オパリナス粘土
緩衝材制限温度()	100	100	125 (外側半分)
緩衝材設計目標温度の 考え方	岩盤等の熱特性のばらつきを考慮して 10 の裕度を設定 90 と設定	使用済燃料等の特性のばらつきを考慮して 10 の裕度を設定 キャニスター、ベントナイト間ギャップを考慮して 10 の裕度を設定 80 と設定	緩衝材の外側半分が 125 を越えないことを条件として設定 ガラス固化体は使用済燃料と同じレイアウトに設定
文 献	・ Vieno and Nordman (1999): POSIVA 99-07 ・ Ikonen(2003): POSIVA 2003-11	・ Ageskog and Jansson (1999):SKB Technical Report、TR-99-02	・ Nagra(2002): Technical Report 02-05

(3) 使用済MOX燃料の取扱い

原子炉取出し 54 年後の使用済MOX燃料の発熱量は、使用済ウラン燃料の約 4 倍である。一方、非発熱媒体中におかれた無限長円柱発熱体の表面における定常媒質温度は、その単位長当たりの発熱量と発熱体の半径(この場合はキャニスター外径)で決まるので、使用済ウラン燃料を 4 体収納するキャニスターに 1 体の使用済MOX燃料を収納したものは、使用済ウラン燃料 4 体を収納したキャニスターとほぼ同じキャニスターとして扱える。

当然のことながら、この処分体が使用済ウラン燃料の処分体と混在する処分場からの核種移行解析の結果は、この処分体に含まれるFP量は使用済ウラン燃料の処分体のほぼ 1/4 となっているので、第 3 章 3.1 予備的な核種移行評価の結果よりは小さな結果を与えると予想されるが、その変化の程度はこうした処分体の混合割合を 10%程度にすれば、同程度であるから、提示した処分場概念を過度に保守的とする理由にはならないと考えられる。

そこで、今回の使用済燃料の直接処分場の概念検討は、専ら使用済ウラン燃料の処分を行うものとして検討を実施し、使用済ウラン燃料のトン当たりの処分単価を算出し、使用済MOX燃料のトン当たり処分単価はこれを 4 倍とする。

[発熱量]

ORIGEN2 コードを用いて使用済MOX燃料の発熱量を試算した結果を使用済ウラン燃料と比較して示す。

貯蔵期間(年)	1	5	10	20	50	54	100
UO ₂ SF(kW/tHM)	13	2.7	1.7	1.3	0.75	0.71	0.40
MOXSf(kW/tHM)	22	4.9	4.0	3.5	2.8	2.7	2.1
MOXSf/UO ₂ Sf(倍)	1.7	1.8	2.4	2.7	3.7	3.8	5.3

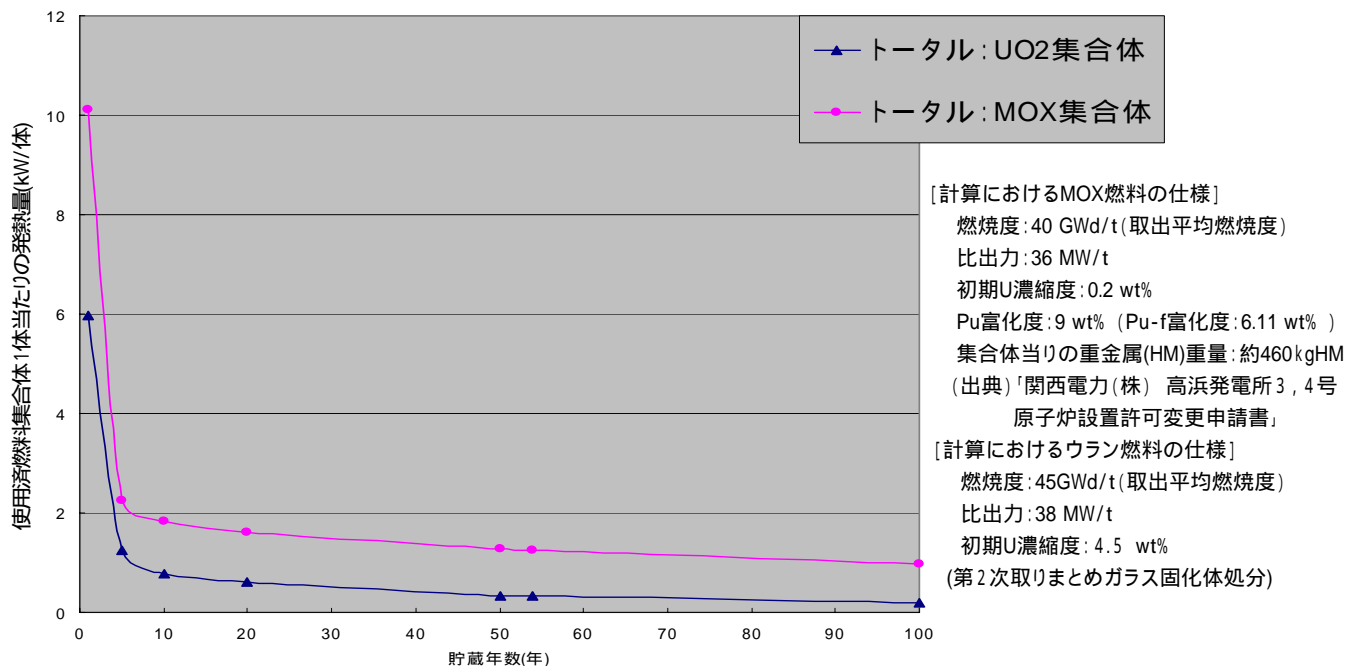


図 5-3-8 PWR 使用済燃料集合体 1 体当たりの発熱量の変化(0 ~ 100 年)

5.4 熱解析結果のまとめ

(1) 熱解析結果のまとめ

軟岩及び硬岩の各ケース（補足検討ケースを含む）のそれぞれの熱解析結果を図 5-4-1 から図 5-4-4 に示す。また、表 5-4-1 に処分場地下施設の設定として熱解析結果をまとめたものを示す。

なお、熱解析結果においては、硬岩で燃料集合体 4 体収納の定置方式が縦置き（硬岩ケース 2）及び横置き（補足検討（横置き）ケース 2）は緩衝材の目標温度 90℃以下にならず成立しなかった。

表 5-4-1 処分場地下施設の設定

岩 種	ケース設定	燃料集合体数	サイト数	定置方式	燃料種類/量	緩衝材温度 (℃)	キャニスター (廃棄体) 定置間隔 (m)	処分坑道 離間距離 (m)	力学の制限 ¹		決定因子	専有面積 (m ² /tU)
									キャニスター (廃棄体) 定置間隔 (m)	処分坑道 離間距離 (m)		
軟岩	ケース 1	2	1	縦置	PWR/0.92tU	67.8	8	24	7.596 (3d ₁)	23.66 (2.6D ₁)	力学	208.7
	ケース 2	4	1	縦置	PWR/1.84tU	90	10	32	8.232 (3d ₂)	23.66 (2.6D ₁)	熱	173.9
	ケース 3	2	2	縦置	PWR/0.92tU	67.8	8	24	7.596 (3d ₁)	23.66 (2.6D ₁)	力学	208.7
	補足検討 (横置) ケース 1	2	1	横置	PWR/0.92tU	90	7	12	6.08 ²	6.33 (2.5D ₂)	熱	91.3
	補足検討 (横置) ケース 2	4	1	横置	PWR/1.84tU	90	10	31	6.08 ²	6.86 (2.5D ₃)	熱	168.5
硬岩	ケース 1	2	1	縦置	PWR/0.92tU	90	6	21	5.064 (2d ₁)	12.9 (2D ₄)	熱	137.0
	ケース 2	4	1	縦置	PWR/1.84tU	- (95)	- (20)	- (30)	- {5.488 (2d ₂)}	- {12.9 (2D ₄)}	熱	- (326.1)
	ケース 3	2	2	縦置	PWR/0.92tU	90	6	21	5.064 (2d ₁)	12.9 (2D ₄)	熱	137.0
	補足検討 (横置) ケース 1	2	1	横置	PWR/0.92tU	90	7	17	6.16 ²	5.064 (2D ₂)	熱	129.3
	補足検討 (横置) ケース 2	4	1	横置	PWR/1.84tU	- (95)	- (20)	- (30)	- (6.16 ²)	- {5.488(2D ₃)}	熱	- (326.1)
軟岩	ガラス-1 ³	-	-	縦置	ガラス固化体 /0.8tU	71	7.5	12	7.5	12	力学	112.5
硬岩	ガラス-2 ³	-	-	縦置	ガラス固化体 /0.8tU	98	4.7	10	4.7	10	力学	58.8

1 核燃料サイクル開発機構(1999): わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性

- 地層処分研究開発第2次取りまとめ - 分冊2

2 人工バリアの仕様により決定される値

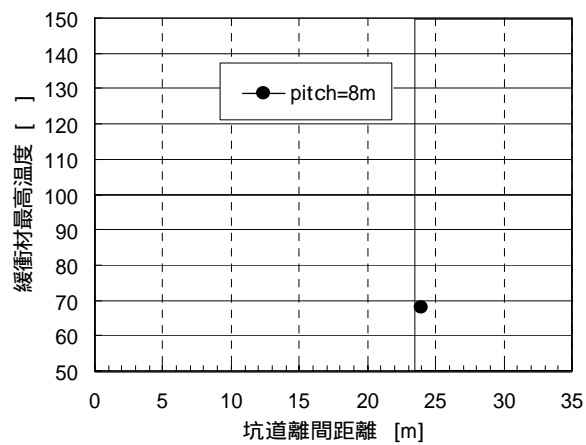
3 付属資料 - 4「高レベル放射性廃棄物処分費用の見積りについて」

d: 処分孔径 (d₁=2.532, d₂=2.744)

D: 処分坑道径 (D₁=9.100, D₂=2.532, D₃=2.744, D₄=6.450)

岩種	定置方式	燃料集合体数	ピッチ	坑道離間距離
軟岩	縦置	2	8m	24m

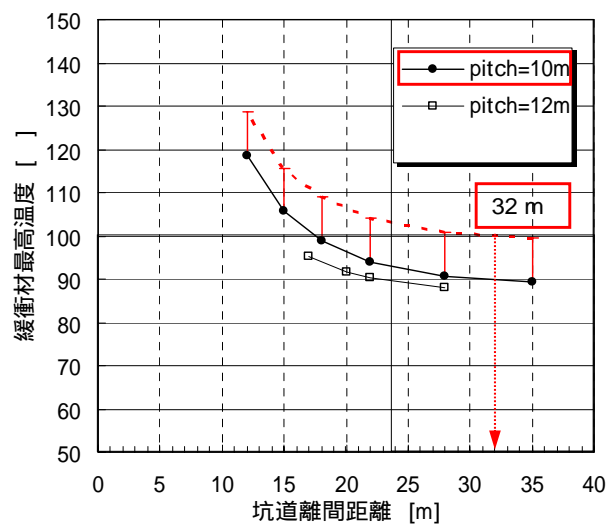
坑道の力学的安定値からの制限
pitch 7.596
坑道離間距離 23.66



[軟岩ケース 1 , 3]

岩種	定置方式	燃料集合体数	ピッチ	坑道離間距離
軟岩	縦置	4	10m	32m

坑道の力学的安定値からの制限
pitch 8.232
坑道離間距離 23.66

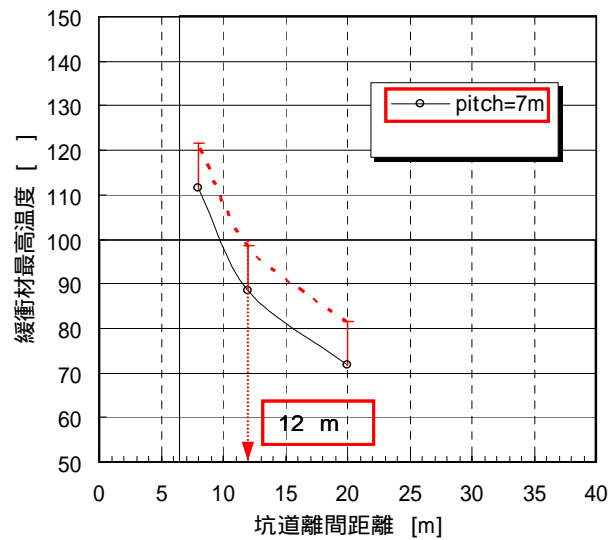


[軟岩ケース 2]

図 5-4-1 キャニスター定置間隔及び坑道離間距離の熱解析結果（硬岩ケース）

岩種	定置方式	燃料集合体数	ピッチ	坑道離間距離
軟岩	横置	2	7m	12m

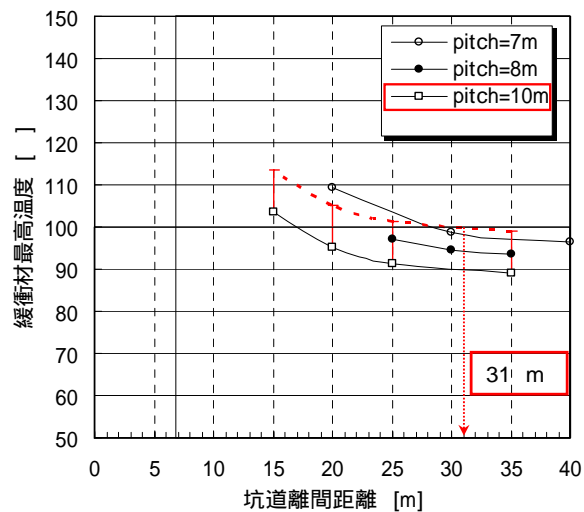
坑道の力学的安定値等からの制限
pitch 6.08 (人工バリア仕様より決定)
坑道離間距離 6.33



[軟岩補足検討 (横置) ケース 1]

岩種	定置方式	燃料集合体数	ピッチ	坑道離間距離
軟岩	横置	4	10m	31m

坑道の力学的安定値等からの制限
pitch 6.08 (人工バリア仕様より決定)
坑道離間距離 6.86

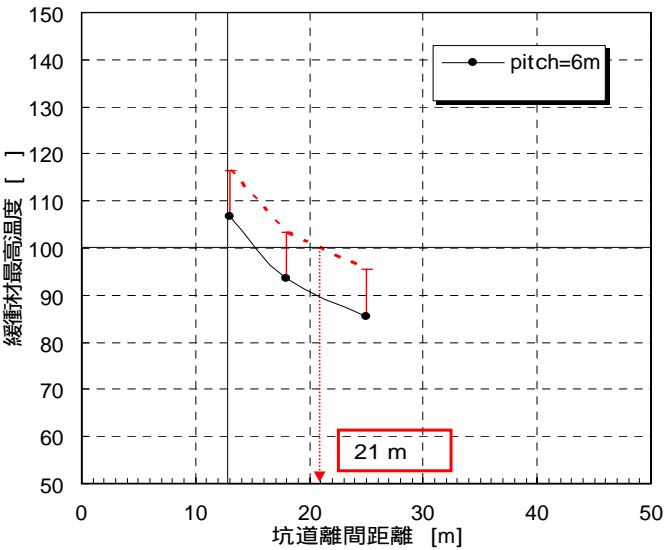


[軟岩補足検討 (横置) ケース 2]

図 5-4-2 キャニスター定置間隔及び坑道離間距離の熱解析結果 (軟岩補足検討ケース)

岩種	定置方式	燃料集合体数	ピッチ	坑道離間距離
硬岩	縦置	2	6m	21m

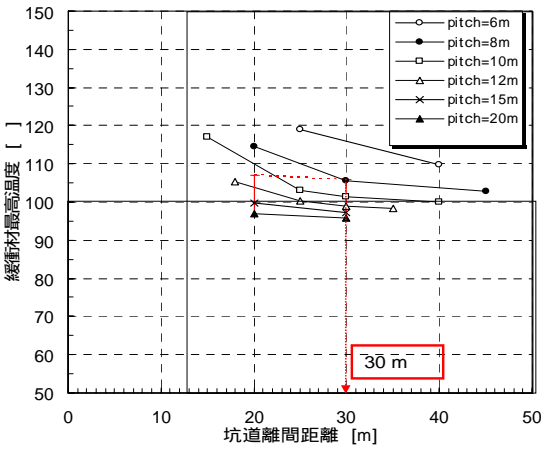
坑道の力学的安定値からの制限
pitch 5.064
坑道離間距離 12.9



[硬岩ケース 1 , 3]

岩種	定置方式	燃料集合体数	ピッチ	坑道離間距離
硬岩	縦置	4	(20m)	(30m)

坑道の力学的安定値からの制限
pitch 5.488 m
坑道離間距離 12.9 m



温度制限に対する目標値(90℃)を満たさない。
ピッチ及び坑道間距離は温度が下げ止まる95℃の場合を表現。

[硬岩ケース 2]

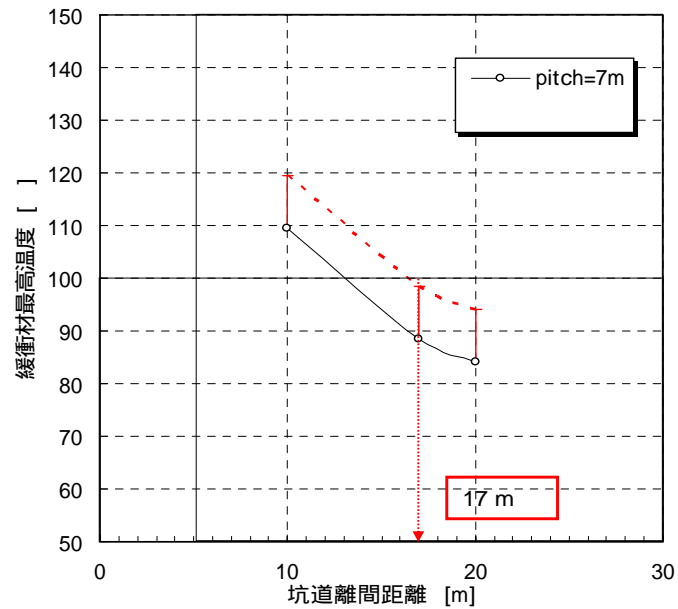
図 5-4-3 キャニスター定置間隔及び坑道離間距離の熱解析結果（硬岩ケース）

岩種	定置方式	燃料集合体数	ピッチ	坑道離間距離
硬岩	横置	2	7m	17m

坑道の力学的安定値等からの制限

pitch 6.16 m(人工バリア仕様より決定)

坑道離間距離 5.064m



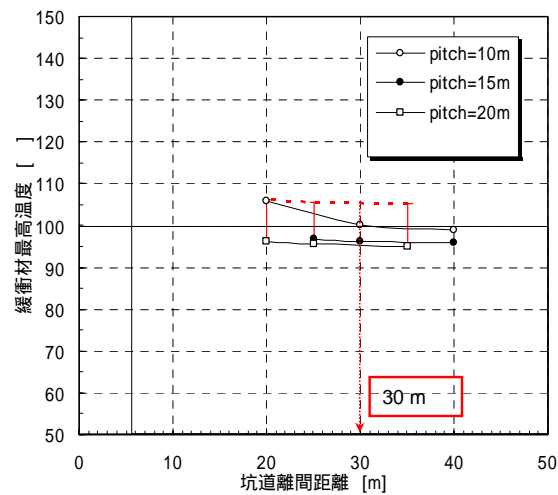
[硬岩補足検討 (横置) ケース 1]

岩種	定置方式	燃料集合体数	ピッチ	坑道離間距離
硬岩	横置	4	(20m)	(30m)

力学的安定値等からの制限

pitch 6.16(人工バリア仕様より決定)

坑道離間距離 5.488



温度制限に対する目標値(90°C)を満たさない。

ピッチ及び坑道間距離は温度が下げ止まる95°Cの場合を表現。

[硬岩補足検討 (横置) ケース 2]

図 5-4-4 キャニスター定置間隔及び坑道離間距離の熱解析結果(硬岩補足検討ケース)

(2) 各国における専有面積に関する設計比較

表 5-4-2 各国における処分場専有面積の比較

国	燃料1トン当たりに必要な 専有面積(文献からの換算値)		処分までの 冷却期間	岩種 深度 地温 定置方式	熱設計条件	備考
	直接処分	ガラス固化体				
ベルギー ¹⁾	267.5m ² /tU	46.1m ² /tU	HLW: 50年 SF: 40～60年 (面積は60年で設定)	ブーム粘土 230m 16 横置き	・新第3紀帯水層の最大上昇温度を6 (これが最も厳しい条件を付与) ・埋め戻し材が100 以下 ・生物圏における最大上昇温度を0.5	・直接処分場には、使用済燃料4,230tU以外にガラス固化体420本(630tU)も処分する。 ・ガラス固化体処分場では、3,920本(4,860tU)を処分する。
スウェーデン ^{2,3)}	117.6m ² /tU	-	30年	花崗岩等 500～600m 11～16 縦置き	キャニスター表面温度が 100 以下	
フィンランド ^{4,5)}	100m ² /tU	-	30年	花崗岩 500m 10 縦置き	キャニスター/緩衝材境界が 100 以下	
スイス ⁶⁾	195m ² /tIHM*	122m ² /tIHM*	40年 (MOXは55年)	オバリナス粘土 650m 38 横置き	緩衝材の外側半分が125 以下	・使用済燃料は、2,065本(4,860tIHM)を処分する。 ・ガラス固化体処分は、730本(1,195tIHM)を処分する。

出典

- 1) ONDRAF/NIRAS: Technical overview of the SAFIR 2 report, NIROND 2001-05E, 2001
- 2) SKB: Waste repository design and sites, TR-99-08, 1999
- 3) Ageskog and Jansson: Heat propagation in and around the deep repository, TR-99-02, 1999
- 4) POSIVA: Safety assessment of spent fuel disposal in Hastholmen, Kivetty, Olkiluoto and Romuvaara - TILA-99, POSIVA 99-07, 1999
- 5) Ikonen: Thermal Analyses of KBS-3H Type Repository, POSIVA 2003-11, 2003
- 6) Nagra: Entsorgungsnachweis Project NTB 02-05, 2002.

*tIHM: 初期重金属 ton を表しており、燃料集合体内の U または U+Pu の初期量を表す。

5.5 処分場パネル設計

(1) パネル設定の考え方

パネル数：

ガラス固化体の例を参考にパネル数を軟岩：8パネル、硬岩：6パネルと設定する。

なお、地下深くでキャニスターからの発熱があることから坑道内の作業環境が悪化しないように一定の熱を取り出す必要があり、坑内管理温度（30℃：鉱山保安規則に基づく設計温度）を満足するためのパネル数と坑道内換気量の関係を計算した。パネル当りのキャニスター発熱量（本数）、坑内管理温度や坑道断面積等より、必要換気量、坑内風速を関係式より算出し、上記設定が風速基準値（7.5m/s以下：鉱山保安規則）を満たすことを確認した。

関係式 $Q = H / (\rho \cdot C (T_a - T_o))$

Q：換気量、H：発熱量、 ρ ：空気の密度、C：空気の比熱

Ta：坑内管理温度、To：外気温度

坑道の曲率（半径）：

キャニスターの搬送は、搬送定置設備（軌道式車両を想定）により行うことから、主要坑道から処分坑道への取り付け部分等での坑道の曲率（半径）は、搬送定置設備の仕様より30mと設定する。

主要 / 処分坑道の取り合い

主要坑道から処分坑道への取り付け部分の曲率（半径）を30mと設定するが、隣接する処分坑道が主要坑道との取り付け部分で交差しないような取り付け角度を検討する必要がある。ガラス固化体での検討を参考に軟岩及び硬岩とも取り付け角度を120°と設定する。

パネル当りの坑道数：

熱解析結果のキャニスター定置間隔と処分坑道離間距離に基づいて、パネルを左右に配置した時の片側のパネル全体の縦横比を概ね1：1となるようにパネル当りの処分坑道数を設定する。[設定：5.5(2)地下施設参照]

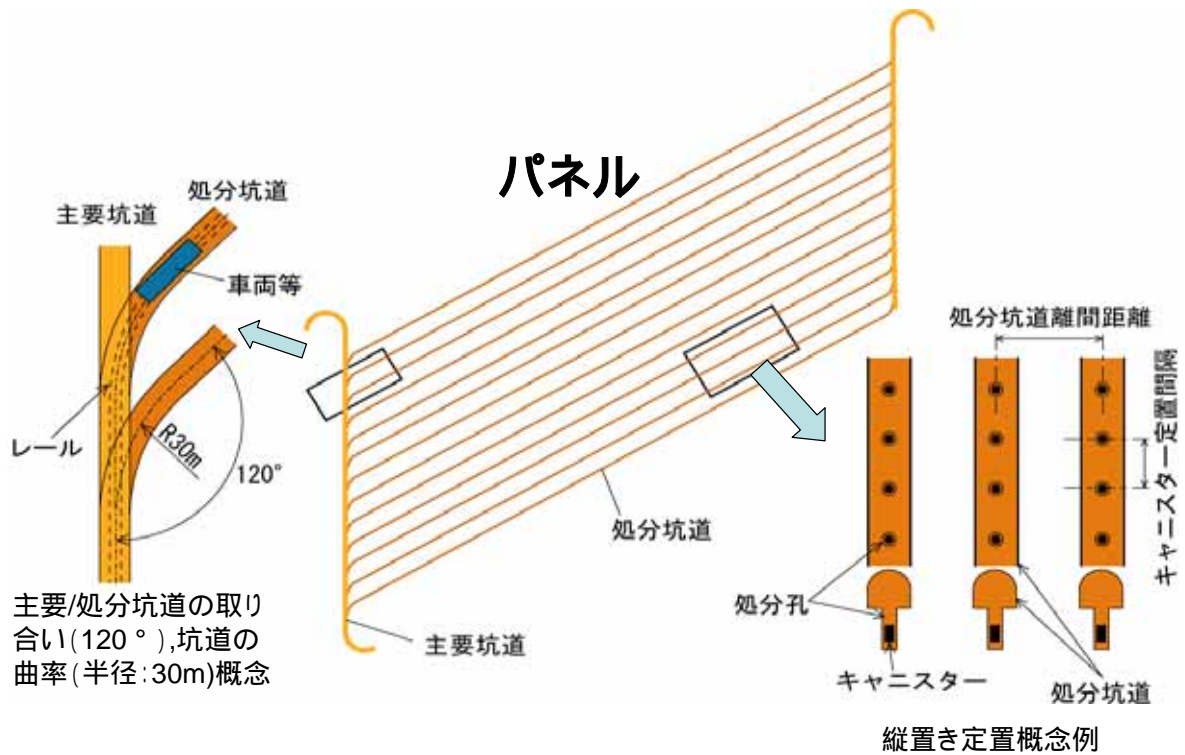


図 5-5-1 パネル設定の概要と留意点

(2) 地下施設

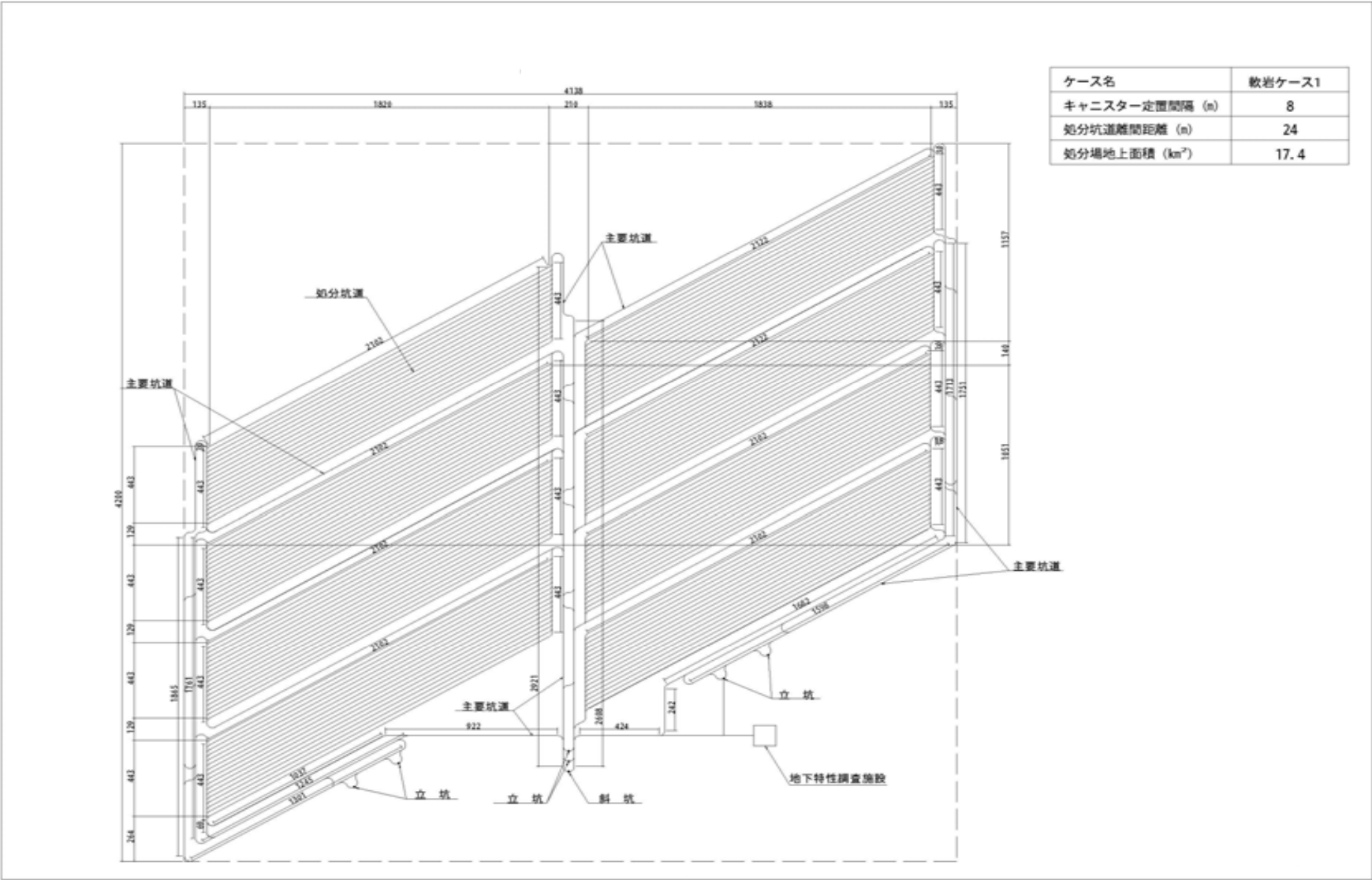


図 5-5-2 使用済燃料処分場レイアウト例（軟岩ケース1）

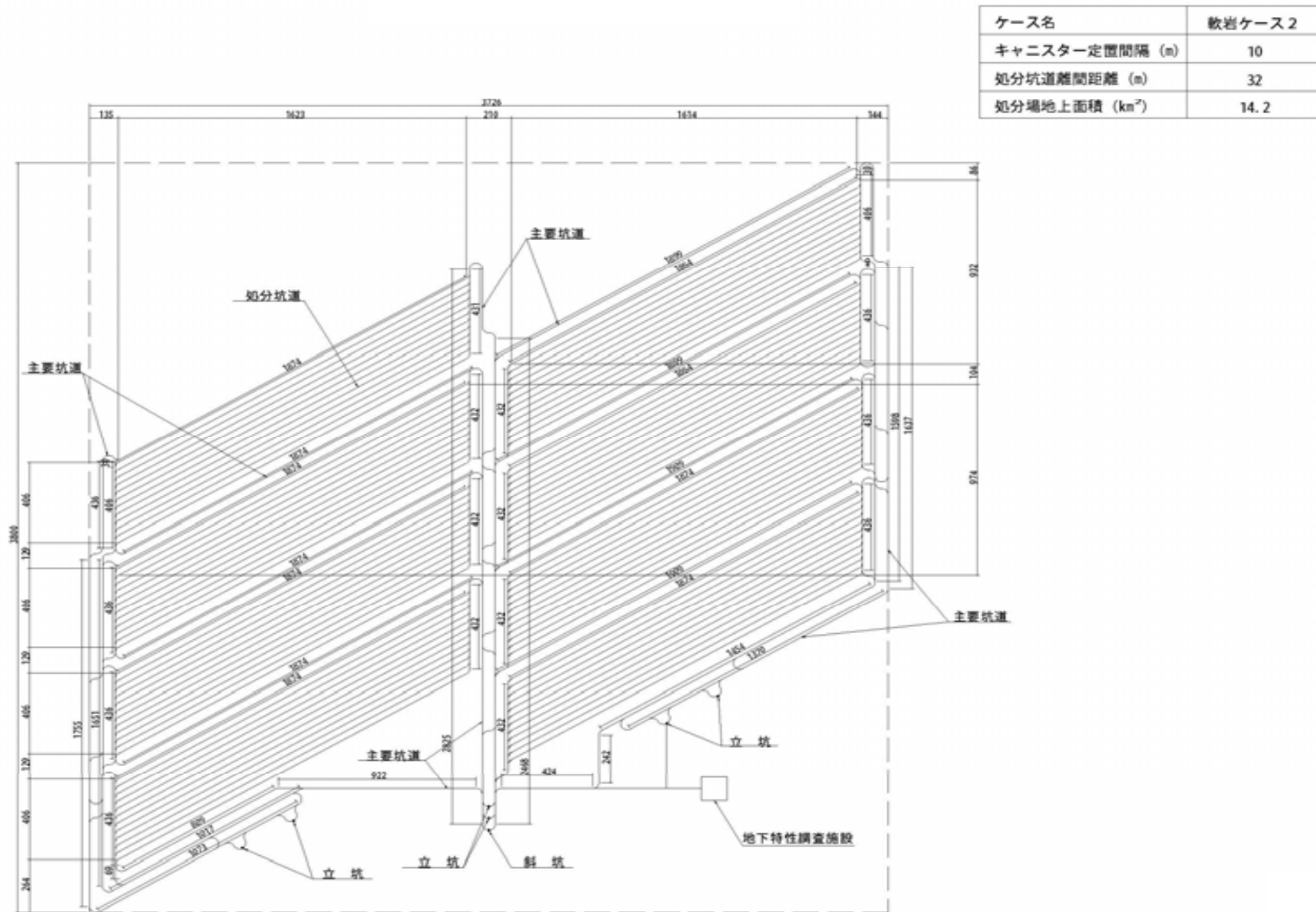


図 5-5-3 使用済燃料処分レイアウト例(軟岩ケース 2)

ケース名	軟岩ケース 3
キャニスター定置間隔 (m)	8
処分坑道離間距離 (m)	24
処分場地上面積 (km ²)	9.4

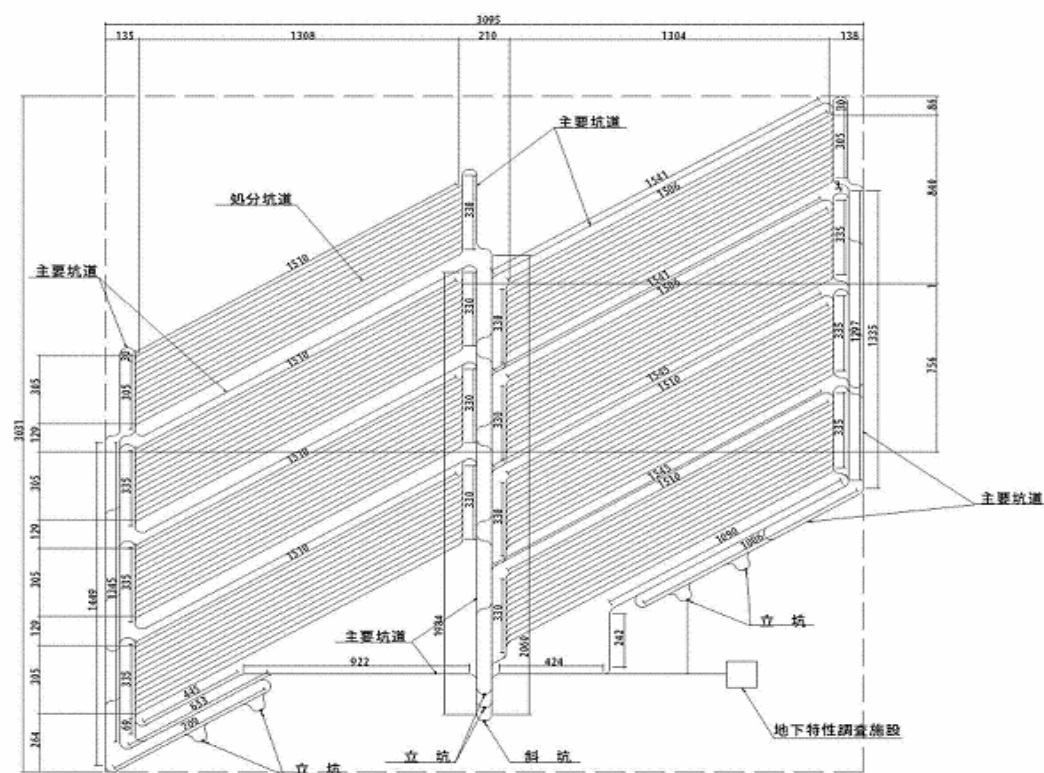


図 5-5-4 使用済燃料処分場レイアウト例(軟岩ケース 3)

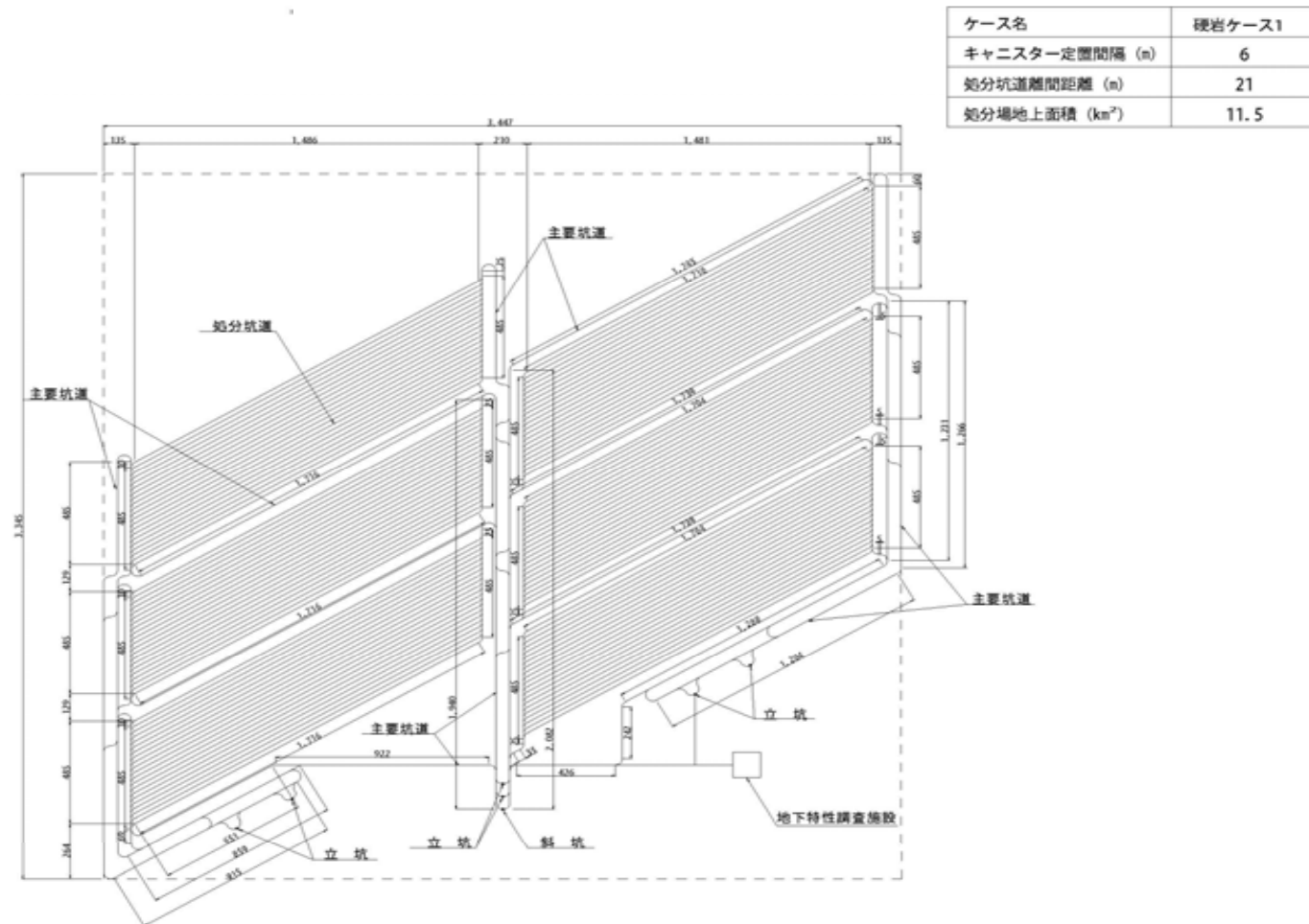


図 5-5-5 使用済燃料処分場レイアウト例（硬岩ケース1）

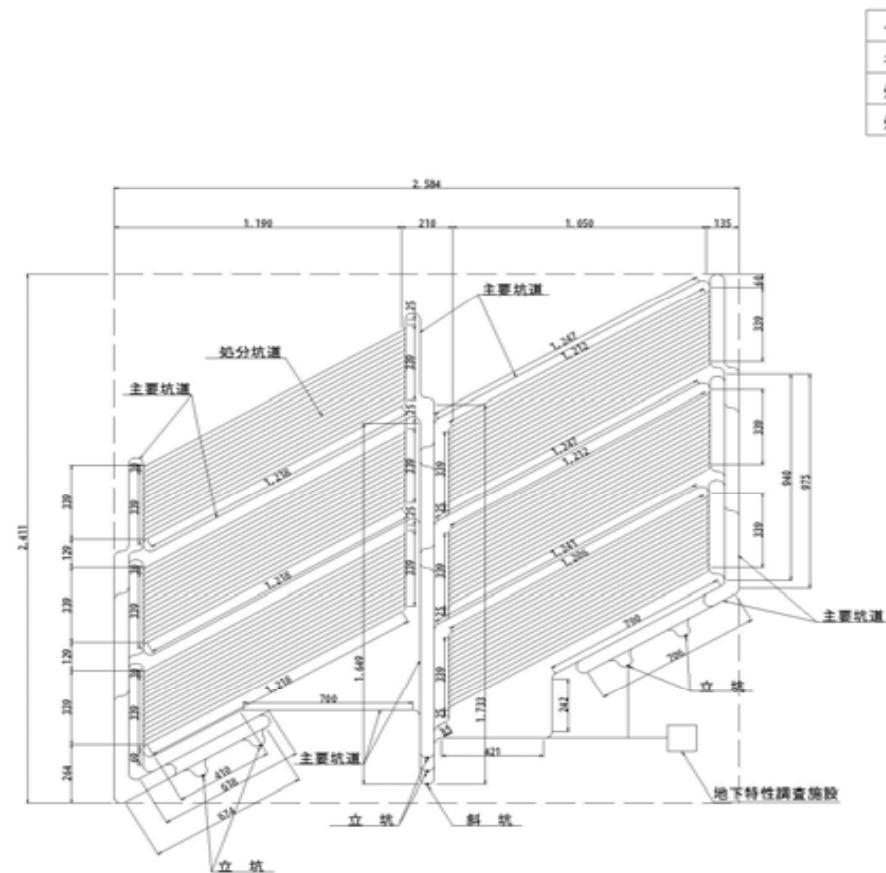


図 5-5-6 使用済燃料処分場レイアウト（硬岩ケース 2）

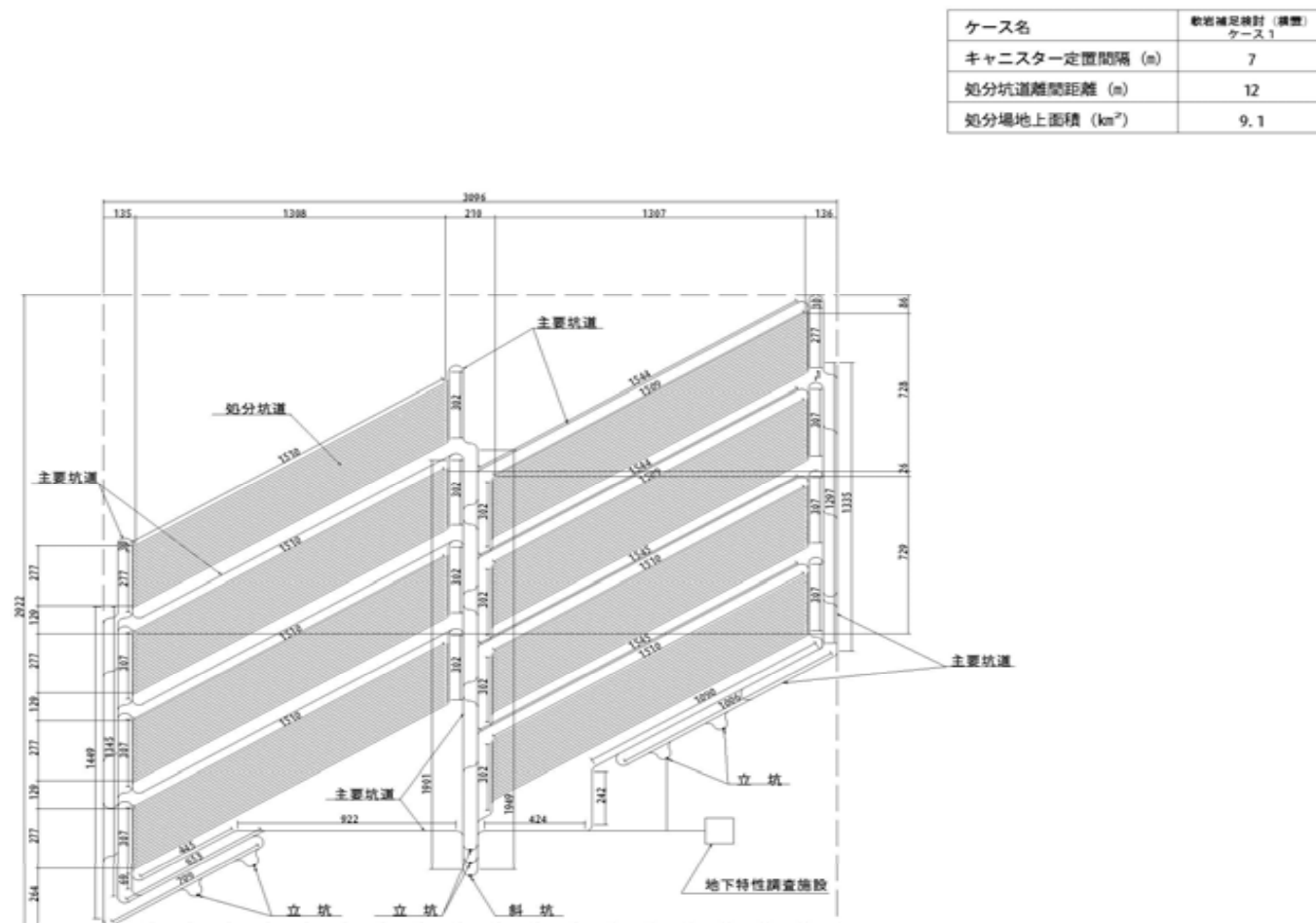


図 5-5-7 使用済燃料処分場レイアウト例（軟岩補足検討（横置）ケース 1）

図 5-5-8 使用済燃料処分場レイアウト例（軟岩補足検討（横置）ケース 2）

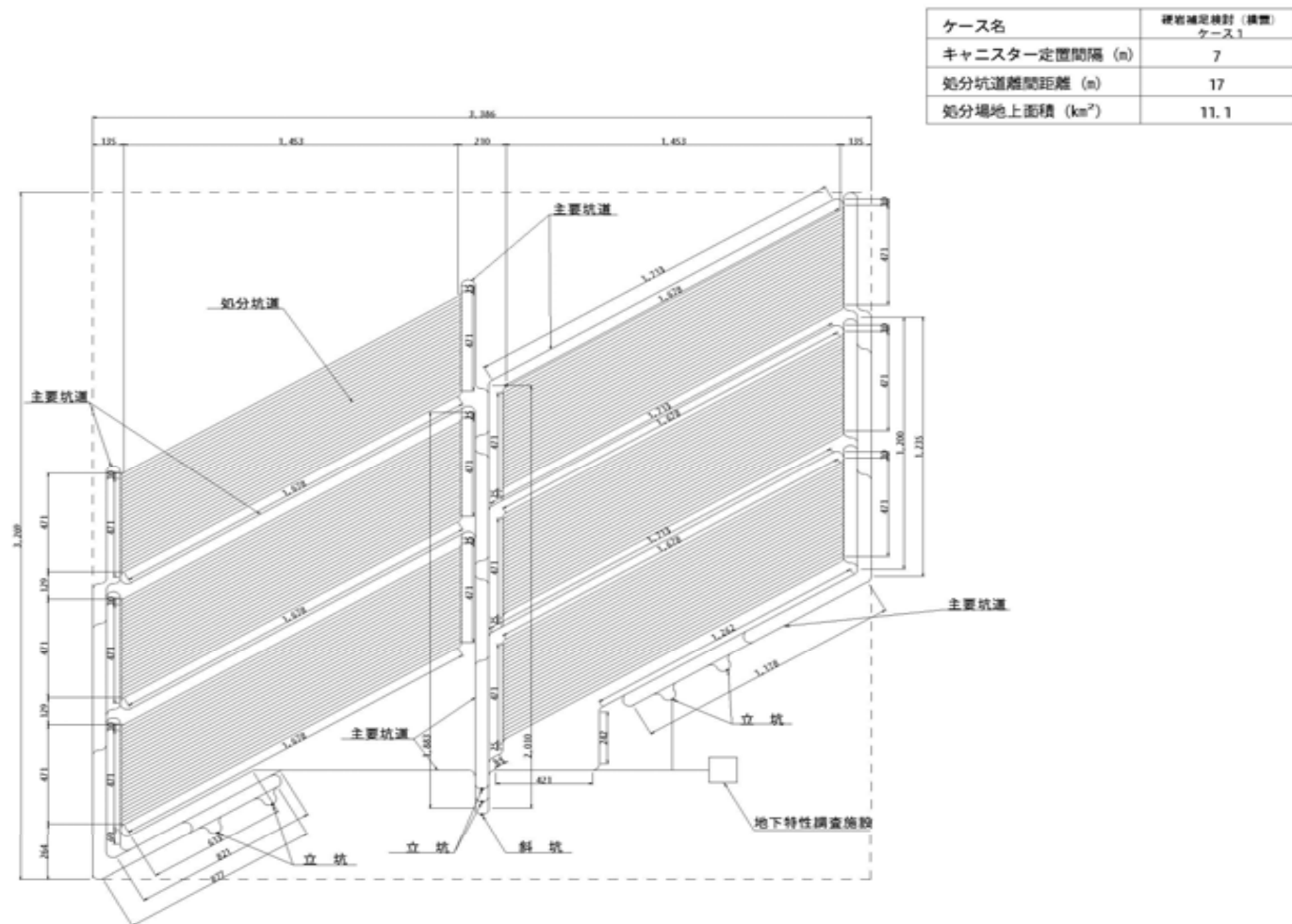


図 5-5-9 使用済燃料処分場レイアウト例（硬岩補足検討（横置）ケース1）

(3) 処分場寸法（まとめ）

軟岩及び硬岩の各ケース（補足検討ケースを含む）の熱解析結果で求められたキャニスター定置間隔と処分坑道離間距離並びにパネル設計で求めた処分場寸法を表 5-5-1 にまとめた。

なお、熱解析結果において硬岩で燃料集合体 4 体収納の定置方式が縦置き（硬岩ケース 2）及び横置き（補足検討（横置き）ケース 2）は緩衝材の目標温度 90℃以下にならず成立しなかったため、パネル設計は実施していない。

表 5-5-1 各ケースの処分場寸法

岩種	ケース設定	燃料 集合体数	サイト数	緩衝材温度 ()	定置方式	キャニスター 定置間隔 (m)	処分坑道 離間距離 (m)	間隔の決定 因子	処分場寸法		
									横長(km)	縦長(km)	面積(km ²)
軟岩	ケース1	2	1	67.8	縦置	8	24	力学	4.1	4.2	17.4
	ケース2	4	1	90	縦置	10	32	熱	3.7	3.8	14.2
	ケース3	2	2	67.8	縦置	8	24	力学	3.1	3.0	9.4 (1サイト分)
	補足検討(横置) ケース1	2	1	90	横置	7	12	熱	3.1	2.9	9.1
	補足検討(横置) ケース2	4	1	90	横置	10	31	熱	3.7	3.8	14.0
硬岩	ケース1	2	1	90	縦置	6	21	熱	3.4	3.3	11.5
	ケース2 *	4	1	- (95)	縦置	- (20)	- (30)	熱	- (8.9)	- (6.2)	- (55.5)
	ケース3	2	2	90	縦置	6	21	熱	2.6	2.4	6.2 (1サイト分)
	補足検討(横置) ケース1	2	1	90	横置	7	17	熱	3.4	3.3	11.1
	補足検討(横置) ケース2 *	4	1	- (95)	横置	- (20)	- (30)	熱	- (8.9)	- (6.2)	- (55.5)

(*)熱解析結果においては、硬岩で燃料集合体4体収納の定置方式〔縦置き(硬岩ケース2)及び横置き(補足検討(横置き)ケース2)〕は成立しなかった。

第 6 章 使用済燃料の直接処分場の費用

6.1 事業スケジュールの想定

使用済燃料の直接処分のコスト試算に想定した事業スケジュールは、ガラス固化体の事業スケジュールを参考に、コスト試算に想定した事業スケジュールを表 6-1-1 のとおり定める。

表 6-1-1 コスト試算に想定した事業スケジュール

期間	内容
0 年	実施主体設立
0～9 年(10 年間)	処分予定地の選定段階
10～24 年(15 年間)	サイト特性調査及び処分技術の実証段階
25～84 年(60 年間)	建設及び操業段階 ・ 建設開始：25 年 ・ 操業開始：35 年（使用済燃料受入期間 40 年） ・ 操業終了：84 年
85～94 年(10 年間)	解体・閉鎖段階
95～394 年(300 年間)	閉鎖後管理段階

6.2 コスト試算の設定基準

使用済燃料の直接処分のコスト試算の設定基準は、「2章 2.1 直接処分固有の課題を踏まえたコスト試算の考え方」に基づき、コスト試算の設定方法、設定の根拠及び内容を表 6-2-1 に示す。

表 6-2-1 コスト試算の設定方法、設定の根拠及び内容

区分	設定方法	設定の根拠	設定内容
1	ガラス固化体処分の費用に基づき設定	ガラス固化体処分 使用済燃料処分 への変更の影響が少ないと考えられるもの。	ガラス固化体処分に基づき設定する。
		ただし、仕様、数量等が異なる可能性があり、費用に対して係数を掛けるもの。	
2	ガラス固化体処分単価、比率をそのまま用いて設定	物量としては変化するがガラス固化体処分と同じ仕様（建屋、材料等）で考えられるもの。 また、維持補修費・撤去費等のガラス固化体処分で使用されている比率と同じとして考えられるもの。	物量（体積、面積、重量）に対して、ガラス固化体処分単価を用いる。 また、費用に対するガラス固化体処分の比率を用いる。
3	ガラス固化体処分単価について、物量(体積、面積、重量)換算して、単価を設定	単価が物量の変化に影響されるもの。	掘削単価等の延長当りに換算されている単価で、物量(体積、面積、重量)換算して用いる。
4	直接処分特有のもので 1 ～ 3 の設定が困難なもの。		

6.3 使用済燃料の直接処分のコスト試算の各ケース

使用済燃料の直接処分のコスト試算の各ケースは、「5章 5.3 熱解析結果」で成立しなかった2ケース(硬岩で使用済燃料4体収納の定置方式が縦置き及び横置き)を除いた各ケースにおけるコスト試算の前提条件を表6-3-1に示す。

表 6-3-1 各ケースにおけるコスト試算の前提条件

ケース	軟 岩					硬 岩		
	ケース 1	ケース 2	ケース 3	補足検討 ケース 1	補足検討 ケース 2	ケース 1	ケース 2	補足検討 ケース 1
処分量	3 2 , 0 0 0 t U (年間 8 0 0 t U、受入期間 4 0 年)							
深度	500m					1,000m		
支保	コンクリートセグメント：坑道、処分孔					支保工なし		
使用済燃料 収納数 (PWR 燃料)	2 (0.92tU)	4 (1.84tU)	2 (0.92tU)	2 (0.92tU)	4 (1.84tU)	2 (0.92tU)	2 (0.92tU)	2 (0.92tU)
キャニスター	炭素鋼、厚さ 190mm					炭素鋼、厚さ 190mm (蓋 230mm)		
緩衝材	ベントナイト：砂 = 70：30wt% 密度：1.6g/cm ³ 、厚さ：70cm							
定置方式	縦置き			横置き		縦置き		横置き
サイト数	1		2	1		1	2	1

(注1) 熱解析結果で成立しなかった2ケース(硬岩で使用済燃料4体収納の定置方式が縦置き及び横置き)は除いた。

(注2) 横置き定置方式はキャニスターと緩衝材との空隙発生の可能性、作業時の二方向退避の困難性、再取出し性等の実現可能性等の課題が抽出されたが、定量化に際して考慮することができなかったため、補足検討ケースとして扱うこととした。

6.4 使用済燃料の直接処分の各ケースの処分場の諸元データ

使用済燃料の直接処分のコスト試算のための各ケースの処分場の諸元データを表 6-4-1 に示す。

表 6-4-1 各ケースにおける処分場の諸元データ

項 目	軟 岩					硬 岩		
	ケース 1	ケース 2	ケース 3 (2 サイト)	補足検討 ケース 1	補足検討 ケース 2	ケース 1	ケース 2 (2 サイト)	補足検討 ケース 1
キャニスター定置間 隔(m)	8	10	8	7	10	6	6	7
処分坑道離間距離(m)	24	32	24	12	31	21	21	17
処分場地上面積(km ²)	17.4	14.2	18.8	9.1	14.0	11.5	12.4	11.1
斜坑延長距離(km)	5.0	5.0	10.0	5.0	5.0	10.0	20.0	10.0
立坑延長距離(km)	3.1	3.1	6.2	3.1	3.1	6.0	12.0	6.0
主要坑道延長距離 (km)	55	52	88	44	51	43	69	43
処分坑道延長距離 (km)	286	180	290	253	180	216	219	252

(注) 横置き定置方式はキャニスターと緩衝材との空隙発生の可能性、作業時の二方向退避の困難性、再取出し性等の実現可能性等の課題が抽出されたが、定量化に際して考慮することができなかったため、補足検討ケースとして扱うことにした。

6.5 各ケースにおける使用済燃料の直接処分のコスト試算結果

使用済燃料の直接処分のコスト試算のための各ケースにおける使用済燃料の直接処分場のコスト試算結果を表 6-5-1 に示す。

表 6-5-1 各ケースにおける使用済燃料の直接処分のコスト試算結果

(単位：億円〔2002 年価格〕)

項 目	軟 岩			硬 岩	
	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 1	ケース 2
	縦置き 2 体収納	縦置き 4 体収納	縦置き 2 体収納 (2 サイト)	縦置き 2 体収納	縦置き 2 体収納 (2 サイト)
技術開発費	2 , 1 4 3	2 , 1 4 3	2 , 1 4 3	2 , 1 3 8	2 , 1 3 8
調査費及び用地取得費	2 , 4 0 3	2 , 2 4 7	2 , 8 4 8	2 , 4 7 9	2 , 9 9 3
設計及び建設費	3 4 , 9 9 1	2 5 , 0 0 8	4 0 , 5 4 6	1 5 , 5 6 2	2 1 , 9 2 0
地上施設	1 , 3 4 9	1 , 1 1 1	1 , 5 6 5	9 9 8	1 , 1 8 9
地下施設	2 7 , 3 0 3	1 8 , 1 3 1	2 9 , 8 3 8	5 , 8 9 6	6 , 6 8 1
地上設備	4 , 5 3 3	4 , 1 7 7	6 , 2 3 2	5 , 0 4 3	7 , 2 8 1
地下設備	1 , 3 7 8	1 , 1 6 1	2 , 1 2 8	3 , 1 9 6	5 , 9 8 4
その他	4 2 9	4 2 9	7 8 4	4 2 9	7 8 4
操業費	1 9 , 6 6 7	1 4 , 8 6 2	2 2 , 4 7 2	1 8 , 0 3 7	2 2 , 5 7 9
解体及び閉鎖費	2 , 5 1 6	2 , 4 3 0	3 , 6 5 4	2 , 4 1 2	3 , 6 0 0
モニタリング費	1 , 1 9 0	1 , 1 9 0	2 , 3 7 9	1 , 1 9 0	2 , 3 7 9
プロジェクト管理費	1 1 , 7 6 2	9 , 7 9 9	1 6 , 5 3 4	9 , 1 9 4	1 4 , 6 9 7
消費税	3 , 3 3 1	2 , 5 7 9	4 , 0 5 0	2 , 2 7 6	3 , 1 2 8
小 計	7 8 , 0 0 4	6 0 , 2 5 9	9 4 , 6 2 8	5 3 , 2 8 7	7 3 , 4 3 5
核燃料物質等取扱税	7 , 6 1 6	7 , 6 1 6	7 , 6 1 6	7 , 6 1 6	7 , 6 1 6
合 計	8 5 , 6 2 0	6 7 , 8 7 5	1 0 2 , 2 4 4	6 0 , 9 0 3	8 1 , 0 5 1

(注 1) 端数処理の関係で表中の数値と合計(小計)が合わない場合がある。

(注 2) 今回の使用済燃料の直接処分コストの算定ではいくつかの不確実性については取り扱っていない。このため、現時点のコストの不確定幅は今回の算出結果よりも大きいと考えるのが妥当である。

なお、付属資料 - 1 に各ケースの費用項目毎の内訳を示す。

(参考) 各補足検討ケースにおける使用済燃料の直接処分のコスト試算結果

表 6-5-2 各補足検討ケースにおける使用済燃料の直接処分のコスト試算結果

(単位：億円〔2002 年価格〕)

項 目	軟 岩		硬 岩
	補足検討ケース 1	補足検討ケース 2	補足検討ケース 1
	横置き 2 体収納	横置き 4 体収納	横置き 2 体収納
技術開発費	2 , 1 4 3	2 , 1 4 3	2 , 1 3 8
調査費及び用地取得費	1 , 9 9 6	2 , 2 4 0	2 , 4 4 6
設計及び建設費	1 1 , 1 4 9	1 0 , 4 1 8	1 1 , 4 8 3
地上施設	7 4 9	7 3 3	7 3 8
地下施設	3 , 2 5 9	3 , 2 0 9	1 , 2 0 7
地上設備	4 , 3 5 8	4 , 0 7 1	4 , 8 6 3
地下設備	2 , 3 5 4	1 , 9 7 6	4 , 2 4 6
その他	4 2 9	4 2 9	4 2 9
操業費	1 3 , 8 5 8	1 1 , 5 0 5	1 5 , 5 5 9
解体及び閉鎖費	2 , 0 1 7	2 , 0 3 8	2 , 1 9 3
モニタリング費	1 , 1 9 0	1 , 1 9 0	1 , 1 9 0
プロジェクト管理費	6 , 7 2 9	7 , 1 5 8	8 , 4 8 7
消費税	1 , 8 0 3	1 , 6 6 2	1 , 9 3 6
小 計	4 0 , 8 8 6	3 8 , 3 5 4	4 5 , 4 3 0
核燃料物質等取扱税	7 , 6 1 6	7 , 6 1 6	7 , 6 1 6
合 計	4 8 , 5 0 2	4 5 , 9 7 0	5 3 , 0 4 6

(注 1) 端数処理の関係で表中の数値と合計(小計)が合わない場合がある。

(注 2) 今回の直接処分コストの算定ではいくつかの不確実性については取り扱っていない。
 このため、現時点のコストの不確定幅は今回の算定結果よりも 大きいと考えるのが
 妥当である。また、横置き方式は、キャニスターと緩衝材との空隙発生の可能性、
 操業時の二方向退避の困難性、再取出し性等の実現可能性等の課題が抽出されたが、
 定量化に際して考慮することができなかったため、補足検討ケースとして扱うこと
 とした。

なお、付属資料 - 1 に各補足検討ケースの費用項目毎の内訳を示す。

6.6 使用済燃料の直接処分場の各ケース毎の費用及び処分単価

(1) 各ケース毎の費用（核燃料物質等取扱税を除いた処分費用）

（単位：億円）

割引率	軟 岩			硬 岩		補足検討			処分量 × 均等化単価 (pi) = 収入(の総現在価値)
						軟 岩		硬 岩	
	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 1	ケース 2	補足検討 ケース 1	補足検討 ケース 2	補足検討 ケース 1	
2%	62,762	49,125	75,075	42,268	56,636	33,580	31,790	36,624	22,322 × p2

1%	67,959	52,666	81,636	45,782	62,122	35,690	33,441	39,243	26,530 × p1
3%	60,236	47,791	71,860	41,005	54,269	33,169	31,806	35,989	19,047 × p3

（注）基準年を事業開始年度（35年目）で計算。

今回の使用済燃料の直接処分コストの算定ではいくつかの不確実性については取り扱っていない。このため、現時点のコストの不確定幅は今回の算出結果よりも大きいと考えるのが妥当である。

(2) 各ケース毎の処分単価（核燃料物質等取扱税を除いた処分単価）

（単位：万円／トン）

割引率	軟 岩			硬 岩		補足検討		
						軟 岩		硬 岩
	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 1	ケース 2	補足検討 ケース 1	補足検討 ケース 2	補足検討 ケース 1
2%	28,100	22,000	33,600	18,900	25,400	15,000	14,200	16,400

1%	25,600	19,900	30,800	17,300	23,400	13,500	12,600	14,800
3%	31,600	25,100	37,700	21,500	28,500	17,400	16,700	19,000

（注）今回の使用済燃料の直接処分コストの算定ではいくつかの不確実性については取り扱っていない。このため、現時点のコストの不確定幅は今回の算出結果よりも大きいと考えるのが妥当である。

なお、付属資料 - 1 に各ケースの処分費用の年度展開を示す。

(参考)

(財)原子力環境整備センターが実施した使用済燃料の直接処分場に関する試算結果(1998年3月)

1. 試算の前提

- 使用済燃料の直接処分費用について、当時スウェーデンにおいて検討されていた処分概念を参考に検討した。
 - 使用済燃料処分後の核種移行や臨界性の評価等の安全性に係る検討は行っていない。
 - 直接処分費用算定上の主な条件
 - ・ 岩種：結晶質岩及び堆積岩
 - ・ 深度：いずれの岩種も500m
 - ・ 廃棄物定置方式：結晶質岩では処分孔縦置き、堆積岩では処分坑道横置き
 - ・ 処分する使用済燃料：約56,000トン、平均燃焼度45GWd/t、炉取出し後50年で処分
 - ・ 1キャニスター（銅製）当たり、PWR3体もしくはBWR8体の燃料を収納と仮定（スウェーデンの設計と同程度の発熱量とした）
 - ・ 緩衝材厚さ：35cm（結晶質岩）及び98cm（堆積岩）
 - ・ 費用算定は処分予定地選定段階から処分場の閉鎖までを対象（技術開発費用、モニタリング費用、諸税等を含まない）
- （下線部は、技術検討小委員会での設定との主な相違点）

2. (財)原子力環境整備センターが実施した直接処分費用の試算結果の概要(1998年3月実施)

項目	ケース1	ケース2
岩種	結晶質岩	堆積岩
定置方式	縦置き	横置き
処分坑道サイズ	幌型；高さ4.0m、幅3.4m	円形； 3.0m
緩衝材厚さ	35cm	98cm
廃棄物量	55815トン	
処分費用総額	4.2兆円	6.1兆円
t-U 当たり費用	7,500万円/t	10,900万円/t

t-U 当たり費用については、割引率0%として今回計算したもの。

第7章 核燃料サイクルコスト

7.1 コスト算定にあたっての方針

新計画策定会議は、今後の核燃料サイクルの進め方について、使用済燃料の取り扱いに関する以下の4通りの基本シナリオを想定し、様々な視点で評価することとしている。

本技術検討小委員会でのコスト算定作業も、この4つの基本シナリオを対象に(1)～(3)の方針の下、実施した。

シナリオ1：使用済燃料は、適切な期間貯蔵された後、再処理する。

シナリオ2：使用済燃料は、再処理するが、再処理能力を超えるものは直接処分する。

シナリオ3：使用済燃料は、直接処分する。

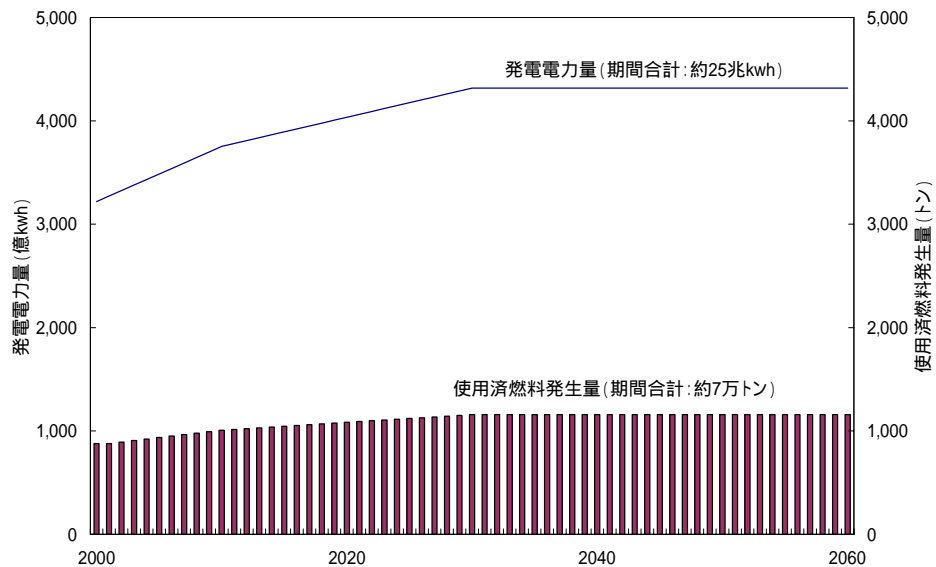
シナリオ4：使用済燃料は、当面貯蔵し、その後再処理するか、直接処分するかのいずれかを選択する。

- (1)経済性の指標は発電コストとする。各基本シナリオ間において、発電に関する運転維持費は不変とし、核燃料サイクルコストについて比較を行う。
- (2)経済性は、新計画策定会議で4つの基本シナリオについて総合評価する際の視点の1つであるから、コストの定量化は有効数字2桁を目安とする。
- (3)基本シナリオは将来の選択を仮想しているが、そこで採用される技術については技術革新がどこまで進むかは現時点では見通すことはできない。そこでここでは、現状水準の技術が将来も使われるという保守的な仮定の下で評価を実施する。従って、評価期間は、この仮定成立性が低い遠い将来が過半を占めることのないよう、2002年度～2060年度とする。

7.2 コスト算定方法

(1) コスト算定対象

- a. 2002 年度から 2060 年度の原子力発電に係る核燃料サイクルコスト（フロントエンド、バックエンド）を対象とする。
- b. この内の発電電力量の推移は、第 6 回策定会議資料の「サイクル諸量の計算」において想定されているところに従うこととする。
- c. 使用済燃料の発生量は平均燃焼度がウラン燃料 45,000MWd/t・MOX 燃料 40,000MWd/t、熱効率 34.5%と仮定して算定する。



この原子力発電電力量は、「2030年のエネルギー需給展望（中間とりまとめ原案）」のレファレンスケースを基に想定した。この需給展望ではレファレンスケース以外に幅を持った想定がなされているので、諸量の試算結果は幅を持っているものと見るべきである。

図 7-2-1 発電電力量と使用済燃料発生量

(2) コスト算定方法

kWh当たりの核燃料サイクルコストを以下のとおり算定した。

a. 核燃料サイクル事業費

- ・各年度の核燃料サイクル事業費を、事業要素別に算定し、各年度の核燃料サイクル事業費を基準年（0年度）に割り引く。割引後の核燃料サイクル事業費を全て合計する。

b. 各年度の発電電力量を基準年（0年度）に割り引く。

c. 割引後の「核燃料サイクル総事業費」と「発電電力量」から核燃料サイクルコストを算定する。

割引率は、高レベル放射性廃棄物処分の拠出金算定において 2%とされており、割引率 1%～3%（拠出金算定の場合の 2%に対し ±1%）の範囲でコスト算定を行うこととする。

各シナリオで想定される事業ごと に物量と費用を求める														各年の事業費及び発電電力量を 基準年に現在価値換算	
経過時 間(年)	年間原子 力発電電 力量 (億kWh)	発 生 SF (ton)	SFの振分		当該年 再処理 量(ton)	当 該 年 中 間 貯 蔵 量 (ton)	当該年 HLW 貯蔵量 (ton)	...	再処理 費用 (億円)	中間貯 蔵費用 (億円)	HLW 貯蔵費 用 (億円)	...	現在価値換算した各年度ごと の総事業費	現在価値換算し た発電電力量	
0年	g_0	f_0												g_0	
1年	g_1	f_1												$g_1/(1+r)$	
2年	...	...												...
3年	...	...												...
...	
7年	...	...												...
8年	g_8	f_8	R_8	S_8	R_p8				C_p8		C_s8		$C_p8 + / (1+r)^8$	$g_8/(1+r)^8$	
9年	g_9	f_9	R_9	S_9	R_p9				C_p9		C_s9		$C_p9 + / (1+r)^9$	$g_9/(1+r)^9$	
10年	g_{10}	f_{10}	R_{10}	S_{10}	R_{p10}	s_{10}	h_{10}	...	C_{p10}	C_{s10}	C_{h10}		$C_{p10}+C_{s10}+ / (1+r)^{10}$	$g_{10}/(1+r)^{10}$	
...	
58年	g_{58}	f_{58}	R_{58}	S_{58}	R_{p58}	s_{58}	h_{58}	...	C_{p58}	C_{s58}	C_{h58}		$C_{p58}+C_{s58}+ / (1+r)^{58}$	$g_{58}/(1+r)^{58}$	
59年		0	0	0	R_{p59}	...	...	...	...	...	...		...
60年		0	0	0	R_{p60}	...	...	...	...	...	...		...
...						
107年		0	0	0	R_{p107}	...	...	...	...	...	...		...
108年		0	0	0	R_{p108}$	...	...	...	...	...	...		Cal_{108}+C_{s108}+ / (1+r)^{108}$	
合計													全事業年度の総 和を求める	$C = (\text{事業費})$ サイクルコスト= C/G $G = (\text{電力量})$	

図 7-2-2 コスト算定イメージ

(3) コスト算定方法の詳細

コスト算定対象に関する設定（全シナリオ共通）

- a. 以下の始点から終点までの発電に伴い発生する使用済燃料の核燃料サイクルコスト

始点：2002 年度（第一再処理工場は 2005 年度から再処理を開始すると仮定して、時間軸設定に従い、使用済燃料は炉取出しから 3 年後に再処理されるため、再処理の初年度（2005 年度）に再処理対象となる使用済燃料の炉取出し年度を始点として選定した。）

終点：2060 年度

再処理に関する設定（シナリオ 1、2、4。シナリオ 2 は第一再処理工場まで）

- a. 第一再処理工場は、立ち上げは六ヶ所再処理工場に模擬（2005 年度に 300 トン再処理開始。2009 年度から 800t 再処理）し、操業停止は 2046 年度とする。（累積再処理量約 32,000t）
- b. 第二再処理工場は 2047 年度から操業を開始する。（再処理能力 1,200t/年）
- c. 第二再処理工場での再処理にあたっては、中間貯蔵期間が 40 年に達したものを優先して再処理し、その上で再処理能力一杯まで、当該年度の 3 年前に原子炉取出しされた使用済燃料を再処理することとする。（残った使用済燃料は中間貯蔵が行われることとなる。）

時間軸設定に従って、使用済燃料の再処理は炉取出しの 3 年後に行われる。

使用済 MOX 燃料に関する設定（シナリオ 1、4）

- a. 使用済 MOX 燃料は第二再処理工場での再処理することとする。使用済燃料は原子炉取出しから 3 年後に再処理されるとの時間軸設定より、2044 年度以降に原子炉取出しされる使用済 MOX 燃料は第二再処理工場（2047 年度操業開始）で再処理できるが、2043 年度までに原子炉取出しされる使用済燃料は、中間貯蔵が行われることになる。

繰り返しリサイクルされる使用済燃料のコスト算定上の終端設定（シナリオ 1、4）

- a. シナリオ 1、4 では、MOX 燃料加工～発電～再処理（再処理容量を超過するものは中間貯蔵をしてから再処理）が繰り返されるが、コスト算定においては終端を設定する必要がある。
- b. 終端は再処理工程とするが、2060 年度までの発電に伴い発生する使用済燃料の核燃料サイクルコストを対象とするという設定に従えば、2056 年度以降に MOX 燃料加工して装荷される MOX 燃料（発電寄与 / 原子炉取出しは 2061 年度以降となる）は対象外であり、再処理コストまでは算入するが、MOX 燃料加工は算入しない。

使用済燃料直接処分単価に関する設定（シナリオ 2，3，4）

- a. 使用済燃料直接処分単価は、縦置き の 5 ケース の最小値～最大値をその振れ幅として用いる。
- b. 使用済 MOX 燃料は、発熱量が使用済ウラン燃料の約 4 倍であることから、使用済 MOX 燃料処分のトン当たり単価は使用済ウラン燃料の場合の 4 倍と仮定する。

劣化ウラン、回収ウラン、プルトニウムに関する設定（全シナリオ共通）

- a. 劣化ウラン及び回収ウランはシナリオにより処分又は貯蔵していずれ使用されることとなるが、これら物質の経済的価値及び費用（ ）は算定していない。さらに、プルトニウムの経済的価値はゼロとする。

再処理工場における回収ウランの貯蔵費用は、再処理費用の中に含まれている。

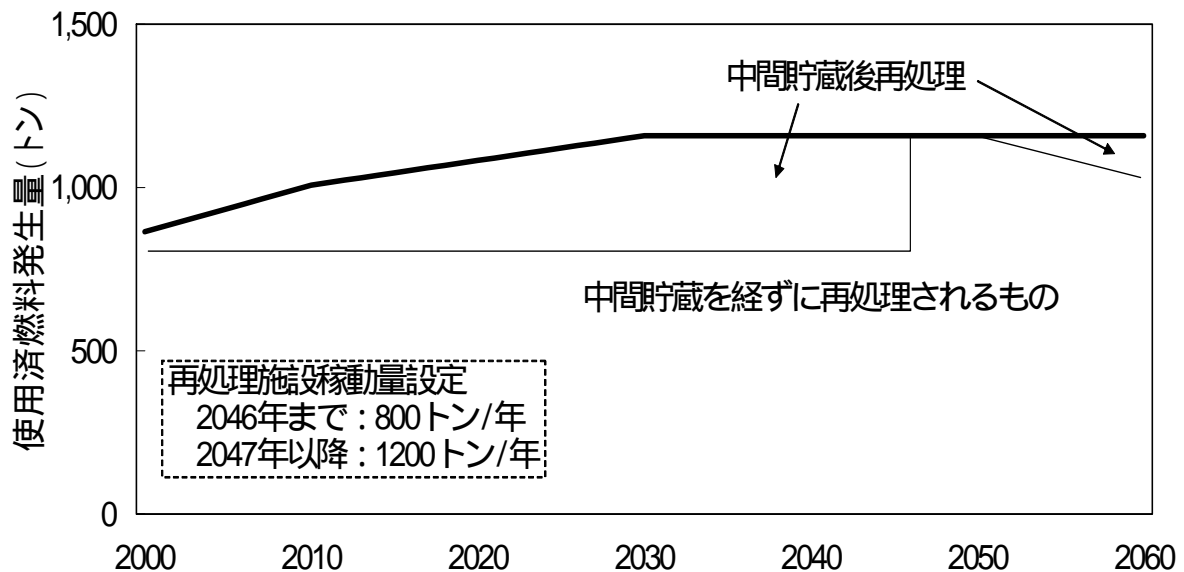
(4) シナリオ 1 について

使用済燃料は全て再処理される。再処理工場の再処理能力超過分は中間貯蔵された後、再処理される。使用済燃料のフローは以下の 2 通り。

- ・ 中間貯蔵を経ずに再処理
- ・ 中間貯蔵後再処理

全ての事業要素は、電気事業分科会コスト等検討小委員会の「核燃料サイクルの各要素のトン当たり単価データ」を基として、本シナリオでの費用の年度展開を求め、核燃料サイクルコストを算定する。

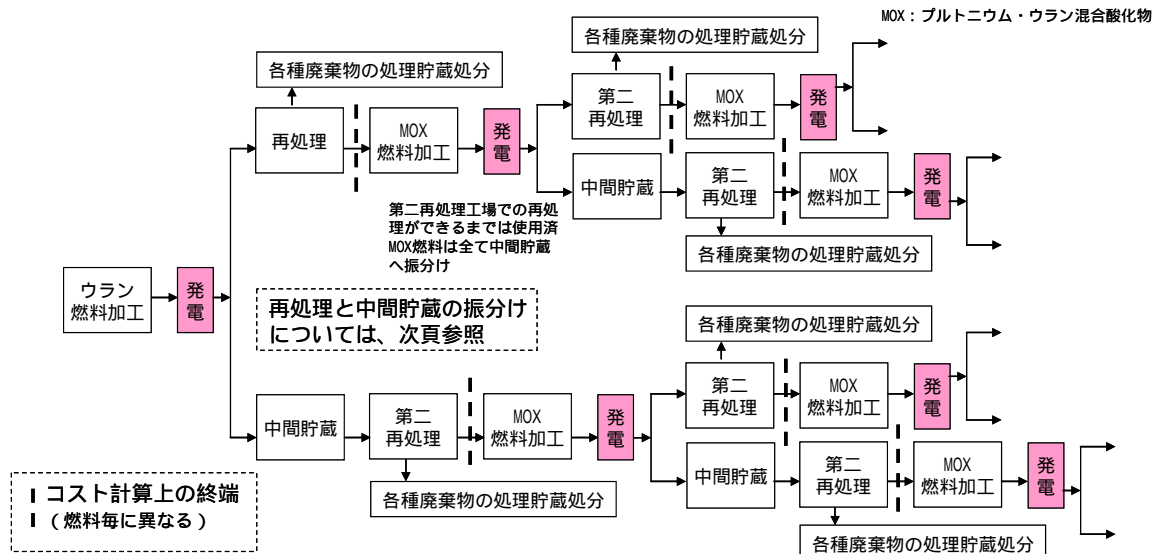
なお、技術革新による再処理単価低減の可能性について委員より指摘されており、第二再処理単価を 50% にした場合のコストへの影響度について確認する。



注) 初期に中間貯蔵したSFが装荷から50年を超えるため、優先して再処理。その分、当該年度の発生SFから中間貯蔵に振分けられるものが生じる

図 7-2-3 シナリオ 1 の設定

シナリオ 1 フロー

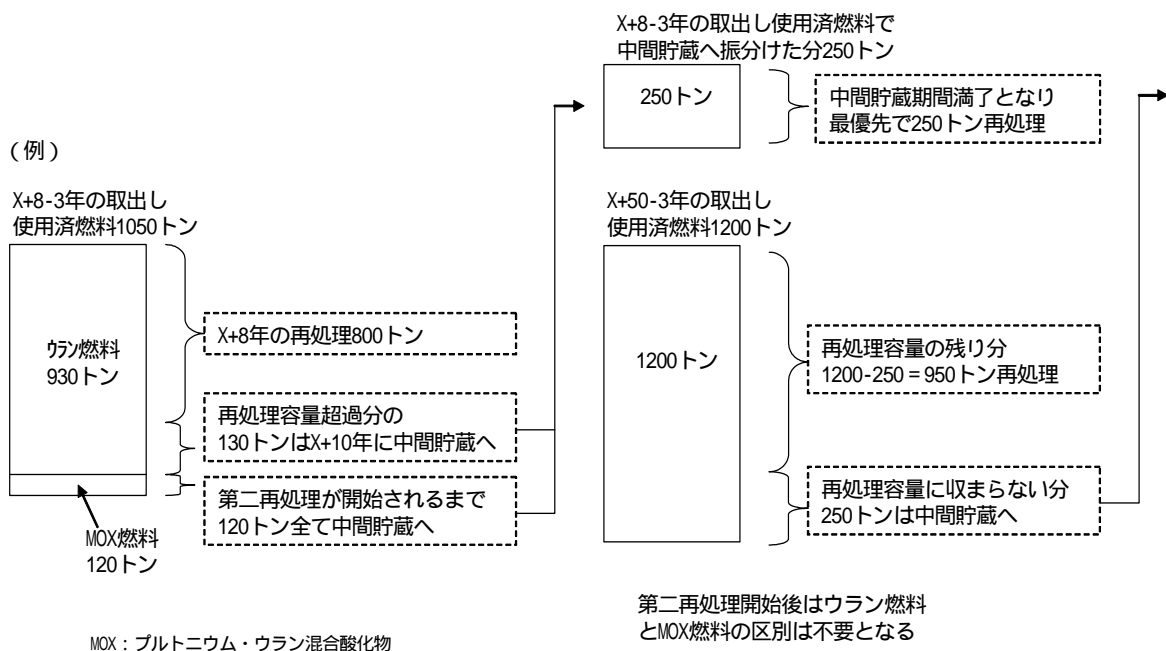


繰り返しリサイクルされる使用済燃料のコスト計算上の終端設定（81 頁参照）より、2056 年度以降の MOX 燃料加工及びそれ以降の工程はコスト計算の対象外となる。（その理由は、2056 年度以降に MOX 燃料加工し装荷された MOX 燃料は対象期間内の発電には寄与したと見なされないため）

対象期間初期に炉取出しされた使用済燃料は複数回再処理されて終端となる一方、後期に炉取出しされた使用済燃料は 1 回再処理されて終端となる（そのため、上図では終端が複数存在する）

使用済燃料の再処理と中間貯蔵の振分けの考え方（例図）

【X+8年】（初期の頃：年間再処理量800トン） → 【X+50年】（年間再処理量1200トン） →



(5) シナリオ 2 について

使用済燃料は第一再処理工場において再処理され、第一再処理工場の再処理能力超過分は中間貯蔵された後、直接処分される。使用済燃料のフローは以下の 2 通りである。

- ・再処理
- ・直接処分

直接処分フローの事業要素のうち、直接処分事業については本小委員会での事業費試算データを基とし、その他の事業要素は、電気事業分科会コスト等検討小委員会の「核燃料サイクルの各要素のトン当たり単価データ」を基として、本シナリオでの費用の年度展開を求め、核燃料サイクルコストを算定する。

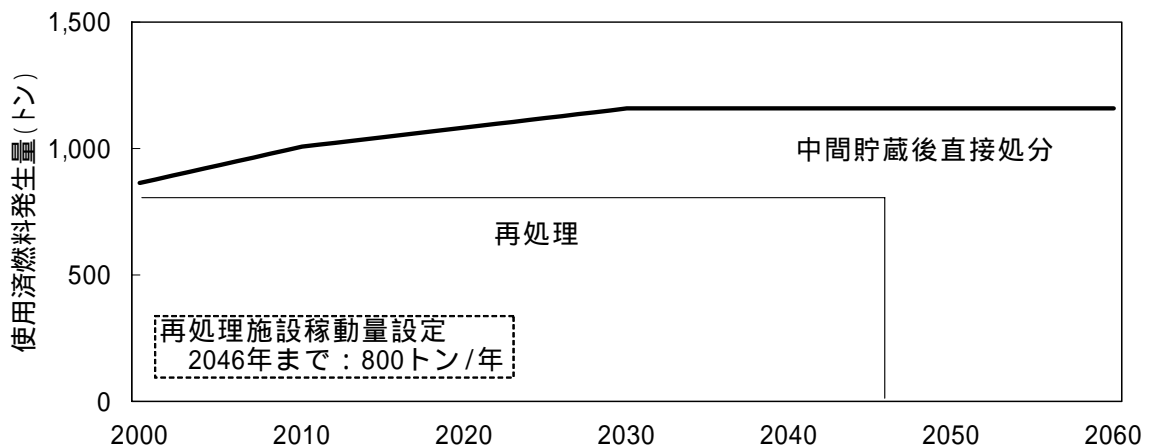
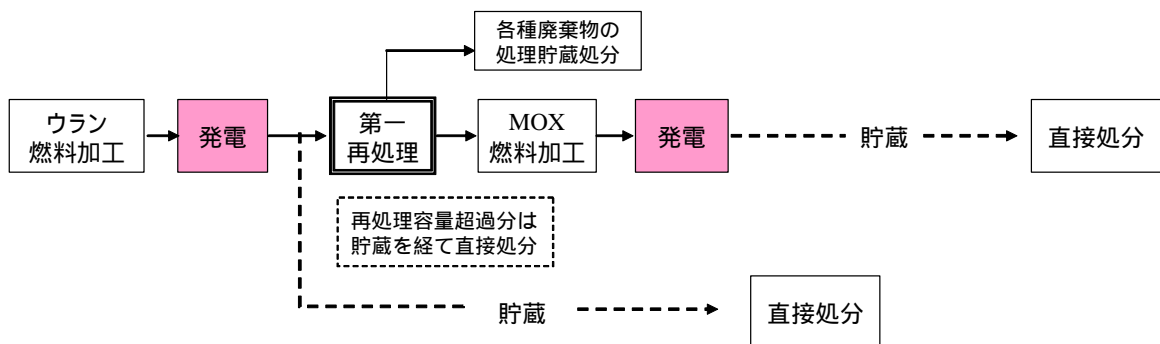


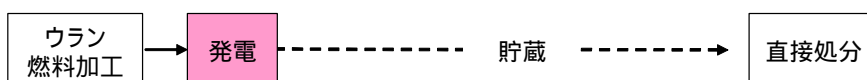
図 7-2-4 シナリオ 2 の設定

シナリオ 2 フロー

時間軸設定（88 頁参照）より、使用済燃料は炉取出しの 3 年後に再処理される。第一再処理工場の操業は 2046 年度までであり、2043 年度までに炉から取出された使用済燃料が再処理される。



2044年度以降に炉取出しされる使用済燃料



直接処分がコスト計算の終端となる。

MOX：プルトニウム・ウラン混合酸化物

(6) シナリオ 3 について

使用済燃料は中間貯蔵された後、直接処分される。使用済燃料のフローは直接処分のみ。

直接処分フローの事業要素のうち、直接処分事業については本小委員会での事業費試算データを基とし、その他の事業要素は、電気事業分科会コスト等検討小委員会の「核燃料サイクルの各要素のトン当たり単価データ」を基として、本シナリオでの費用の年度展開を求め、核燃料サイクルコストを算定する。

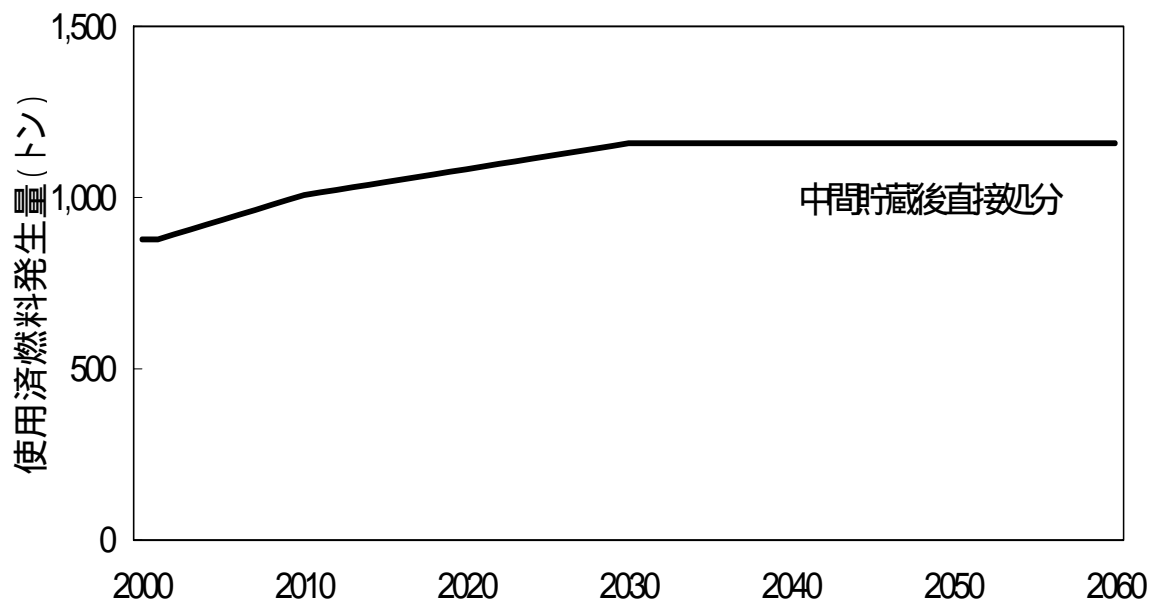
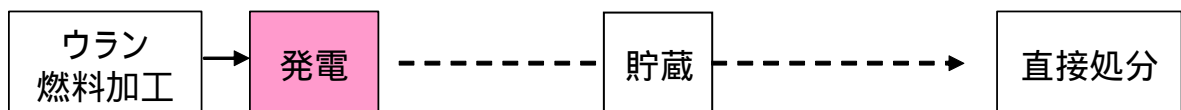


図 7-2-5 シナリオ 3 の設定

シナリオ 3 フロー



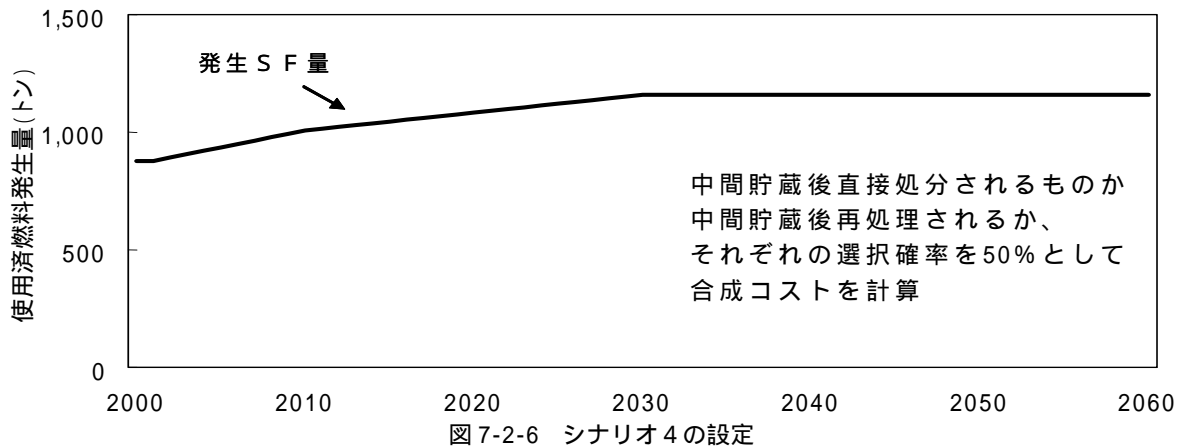
- ・ 使用済燃料は貯蔵を経て直接処分される
- ・ 直接処分がコスト算定の終端となる。

(7) シナリオ 4 について

使用済燃料は当面貯蔵後、適切な時期に取り扱いを判断する。その判断結果が再処理または直接処分のいずれとなるかは不確定のため、両ケースをコスト算定する。その上で、選択されうる確率をそれぞれ 50%と仮定し、下式により確率を考慮した合成コストを求める。

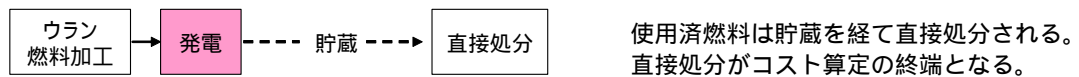
$$\text{合成コスト} = (\text{直接処分ケースコスト} \times 50\%) + (\text{再処理ケースコスト} \times 50\%)$$

直接処分フローの事業要素のうち、直接処分事業については本小委員会での事業費試算データを基とし、その他の事業要素は、電気事業分科会コスト等検討小委員会の「核燃料サイクルの各要素のトン当たり単価データ」を基として、本シナリオでの費用の年度展開を求め、核燃料サイクルコストを算定する。

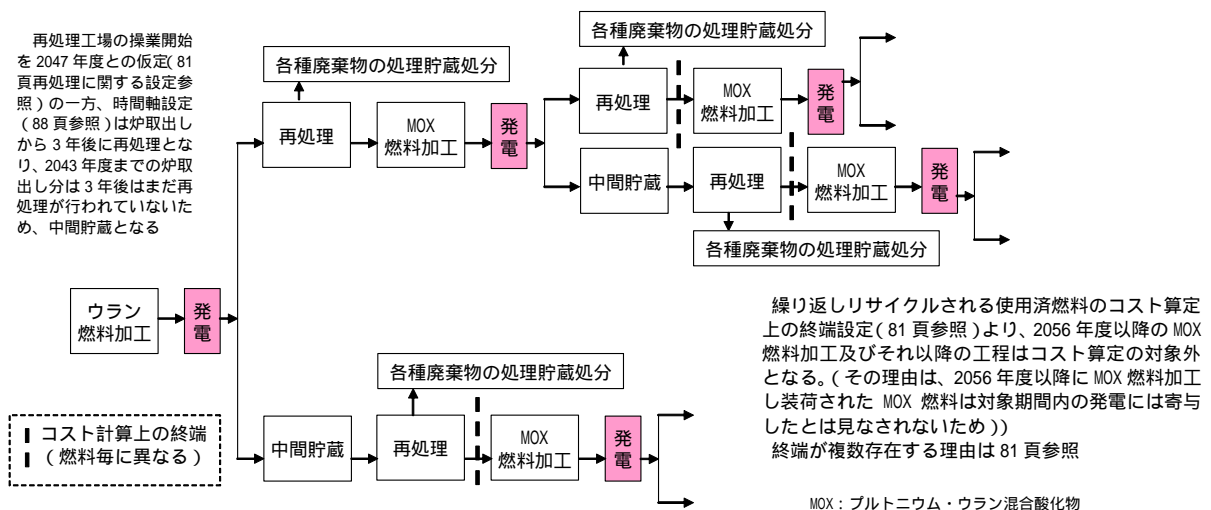


シナリオ 4 フロー

【ケース A】全ての使用済燃料は貯蔵を経た後、直接処分（シナリオ と同じ）



【ケース B】2043 年度 までに炉取出しされる使用済燃料は中間貯蔵へ、以降は再処理と中間貯蔵に振分け



(8) 各シナリオの事業要素と時間軸

各シナリオの事業要素

表 7-2-1 各シナリオの事業要素一覧

		シナリオ1		シナリオ2		シナリオ3	シナリオ4	
		再処理	中間貯蔵後 再処理	再処理	直接処分	直接処分	中間貯蔵後 再処理	直接処分
フロント	ウラン燃料							
	MOX燃料				-	-		-
バックエンド	SF輸送 (発電所 再処理工場)		-		-	-	-	-
	再処理				-	-		-
	SF輸送 (発電所 中間貯蔵)	-		-				
	中間貯蔵	-		-				
	SF輸送 (中間貯蔵 再処理)	-		-	-	-		-
	SF輸送 (中間貯蔵 SF処分場)	-	-	-			-	
	SF処分	-	-	-			-	
	HLW貯蔵		-		-	-	-	-
	HLW輸送				-	-		-
	HLW処分	注1	注1	注1	-	-	注1	-
	TRU廃棄物処理・貯蔵		注2		-	-	注2	-
	TRU廃棄物輸送・処分				-	-		-
	再処理廃止措置				-	-		-

(注1) 電気事業分科会コスト等検討委員会同様、現行抛出金単価を適用

(注2) 処理のみ

SF：使用済燃料 TRU：廃棄物：超ウラン元素を含む廃棄物

MOX：プルトニウム・ウラン混合酸化物 HLW：高レベル放射性廃棄物

各シナリオの時間軸の設定

表 7-2-2 各シナリオの時間軸

単位：年

項目	シナリオ1		シナリオ2		シナリオ3	シナリオ4
	中間貯蔵せずに再処理	中間貯蔵後に再処理	再処理の対象	SF直接処分の対象	SF直接処分	当面貯蔵
原子炉装荷	0		シナリオ の中間貯蔵 せずに再処 理と同じ	シナリオ と同じ	0	0
原子炉取り出し	5				5	5
再処理工場へのSF輸送	6	50			-	当面貯蔵後、適切な時期に取り扱いを判断する。その判断結果が再処理又は直接処分のいずれとなるかは不確定のため、両ケースをコスト計算する。その上で、それぞれに50%（それぞれの選択確率）を掛けた後、合算する。
再処理	8	50			- ^{*1}	
中間貯蔵施設へのSF輸送	-	10			10	
中間貯蔵	-	30 ^{*2}			34 ^{*6}	
HLW貯蔵	28 ^{*3}	-			-	
HLW輸送	48	50			-	
TRU廃棄物処理	14 ^{*4}	50 ^{*5}			-	
TRU廃棄物貯蔵		-			-	
TRU廃棄物処分	地層処分	50			-	
	地層処分以外	50			-	
MOX燃料加工	8	50			-	
再処理工場廃止措置	8	50			- ^{*1}	
SF処分場へのSF輸送	-	-			58	

*1 六ヶ所再処理施設の新設費及び解体撤去費用については、後述の「政策変更コスト」として検討

*2 中間貯蔵期間は、施設へ輸送されてくる10年目から再処理工場へ輸送される50年目までであり、30年目がコストの中間点にあたる

*3 HLW貯蔵期間は再処理が行われHLWが発生する8年目から処分場へ輸送される48年目までであり、28年目がコストの中間点にあたる

*4 TRU廃棄物の処理は8年目、貯蔵の中間点は20年目（注）であり、8年目と20年目の中間の14年目がコスト中間点にあたる。

（注）TRU廃棄物の貯蔵は再処理でTRU廃棄物が発生する8年目から地層処分場へ輸送される33年目までで、20年目が中間点になる。

*5 中間貯蔵後に処分されるTRU廃棄物の貯蔵が不要である。処理費用は、処理貯蔵費用の半分にあたりと仮定する。

*6 SF貯蔵期間は施設へ輸送されてくる10年目から処分場へ輸送される58年目となり34年目がコストの中間点にあたる

シナリオ3における、SF処分場へのSF輸送58年については、今回の試算にあたり設定したもので、取出し
後54年に処分。輸送はその1年前としている。

シナリオ1の設定は、総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト等検討小委員会と同じもの。

（参考）トン当たり単価データ（電気事業分科会コスト等検討小委員会）

全操業期間

項目	割引率毎の処理単価(万円/トン)				
	0%	1%	2%	3%	4%
再処理工場へのSF輸送	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
再処理	23,400	24,300	25,300	26,300	27,300
中間貯蔵施設へのSF輸送	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
中間貯蔵	4,200	4,700	5,400	6,100	7,000
HLW貯蔵	2,300	2,400	2,400	2,500	2,600
HLW輸送	300	300	300	300	300
HLW処分	拠出金単価を適用				
TRU廃棄物処理貯蔵	2,400	2,500	2,500	2,500	2,600
TRU廃棄物処分	地層処分	2,200	2,400	2,900	3,500
	地層処分以外	1,000	1,000	1,000	1,000
MOX燃料加工	25,600	25,700	25,900	26,200	26,600
再処理廃止措置	4,800	3,600	2,700	2,000	1,400

法定耐用年

項目	割引率毎の処理単価(万円/トン)				
	0%	1%	2%	3%	4%
再処理工場へのSF輸送	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
再処理	32,700	33,300	33,900	34,500	35,100
中間貯蔵施設へのSF輸送	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
中間貯蔵	4,200	4,700	5,400	6,100	7,000
HLW貯蔵	2,300	2,400	2,400	2,500	2,600
HLW輸送	300	300	300	300	300
HLW処分	拠出金単価を適用				
TRU廃棄物処理貯蔵	2,400	2,500	2,500	2,500	2,600
TRU廃棄物処分	地層処分	2,200	2,400	2,900	3,500
	地層処分以外	1,000	1,000	1,000	1,000
MOX燃料加工	32,700	31,700	31,000	30,700	30,600
再処理廃止措置	13,600	9,000	5,900	4,000	2,600

7.3 コスト算定結果

(1) 使用済燃料直接処分費用算定結果

表 7-3-1 使用済燃料直接処分費用算定結果

岩種	ケース	定置方法	収納本数	サイト数	総費用 (兆円)	処分単価(万円/トン)		
						割引率1%	割引率2%	割引率3%
軟岩	1	縦	2体	1	7.80	25,600	28,100	31,600
	2		4体	1	6.03	19,900	22,000	25,100
	3		2体	2	<u>9.46</u>	<u>30,800</u>	<u>33,600</u>	<u>37,700</u>
	補足検討1	横	2体	1	4.09	13,500	15,000	17,400
	補足検討2		4体	1	3.84	12,600	14,200	16,700
硬岩	1	縦	2体	1	<u>5.33</u>	<u>17,300</u>	<u>18,900</u>	<u>21,500</u>
	2		2体	2	7.34	23,400	25,400	28,500
	補足検討1	横	2体	1	4.54	14,800	16,400	19,000

下線付き太字が、軟岩ケース1～3及び硬岩ケース1～2の中での最小値と最大値。なお、上記の総費用及び処分単価は核燃料物質等取扱税は考慮されていない。

今回の使用済燃料の直接処分コストの算定ではいくつかの不確実性については取り扱っていない。このため、現時点のコストの不確定幅は今回の算定結果よりも大きいと考えるのが妥当である。また、横置き定置方式はキャニスターと緩衝材との空隙が発生する可能性、作業時の二方向退避の困難性、再取出し性等の実現可能性等の課題が抽出されたが、定量化に際して考慮することができなかったため、補足検討ケースとして扱うことにした。

なお、総費用の算定において想定した処分場規模は32,000 t U。

(2) 各事業要素のトン当たり単価設定

表 7-3-2 各事業要素のトン当たり単価設定

全操業期間

項目		割引率毎の処理単価(万円/トン)		
		1%	2%	3%
再処理工場へのSF輸送		1,800	1,800	1,800
再処理		24,300	25,300	26,300
中間貯蔵施設へのSF輸送		1,600	1,600	1,600
中間貯蔵		4,700	5,400	6,100
HLW貯蔵		2,400	2,400	2,500
HLW輸送		300	300	300
HLW処分		拠出金単価を適用(将来分0.12円/kWh)		
TRU廃棄物処理貯蔵		2,500	2,500	2,500
TRU廃棄物処分	地層処分	2,400	2,900	3,500
	地層処分以外	1,000	1,000	1,000
MOX燃料加工		25,700	25,900	26,200
再処理工場廃止措置		3,600	2,700	2,000
使用済燃料 直接処分	最小ケース }	17,300 }	18,900 }	21,500 }
	最大ケース	30,800	33,600	37,700

総合エネ調電気
事業分科会コス
ト等検討小委員
会の試算結果
(平成16年1月)
を活用

新計画策定会
議技術検討小
委員会により新
たに試算(平成
16年10月)

SF : 使用済燃料 TRU 廃棄物 : 超ウラン元素を含む廃棄物

MOX : プルトニウム・ウラン混合酸化物 HLW : 高レベル放射性廃棄物 (ガラス固化体)

(注) 今回の使用済燃料の直接処分コストの算定ではいくつかの不確実性については取り扱っていない。このため、現時点のコストの不確定幅は今回の算定結果よりも大きいと考えるのが妥当である。

(3) 割引率 2%における算定結果

表 7-3-3 割引率 2%における算定結果

単位：円/kWh

項目			シナリオ	シナリオ	シナリオ	シナリオ
サイクルコスト	フロント エンド	ウラン燃料	0.57	0.57	0.61	0.61
		MOX燃料	0.07	0.05	-	0.01
	バックエ ンド	再処理 ⁴	0.63	0.42	-	0.17
		HLW貯蔵輸送処分	0.16	0.10	-	0.06
		TRU廃棄物 処理貯蔵処分	0.11	0.07	-	0.03
		中間貯蔵	0.04	0.06	0.14	0.13
		SF直接処分	-	0.12～0.21 (0.09～0.21) ²	0.19～0.32 (0.14～0.32) ²	0.09～0.16 (0.07～0.16) ²
	合計		1.6 (1.5) ¹	1.4～1.5 ³	0.9～1.1 ³	1.1～1.2 ³
発電コスト ⁵		5.2 (5.1) ¹	5.0～5.1 ³	4.5～4.7 ³	4.7～4.8 ³	

1 第二再処理工場の単価を 1 / 2 とした場合 2 処分坑道横置き方式を含めた場合のコストの幅

3 処分坑道横置き方式を含めてもコストの幅は変わらない 4 再処理工場の廃止措置費用含む

5 発電コストと核燃料サイクルコストの差分は、総合エネ調電気事業分科会コスト等検討小委員会の試算 (H16.1) を活用。設備利用率 80%、割引 2% の場合で、発電コスト 5.1 円/kWh、核燃料サイクルコスト 1.53 円/kWh となっており、その差分 (5.1 - 1.53) 3.6 円/kWh をシナリオ 1～4 の核燃料サイクルコストに加算して発電コストを算定

(注) 今回の使用済燃料の直接処分コストの算定ではいくつかの不確実性については取り扱っていない。このため、現時点のコストの不確定幅は今回の算定結果よりも大きいと考えるのが妥当である

(4) 割引率 1%、3%における算定結果

表 7-3-4 割引率 1%、3%における算定結果

単位：円/kWh

割引率			割引率1%				割引率3%			
シナリオ										
サイクルコスト	フロント	ウラン燃料	0.54	0.55	0.59	0.59	0.59	0.60	0.64	0.63
		MOX燃料	0.07	0.05	-	0.01	0.06	0.05	-	0.00
	バックエンド	再処理 ⁴	0.71	0.41	-	0.26	0.57	0.42	-	0.11
		HLW貯蔵輸送処分	0.17	0.10	-	0.07	0.15	0.10	-	0.06
		TRU廃棄物処理貯蔵処分	0.12	0.07	-	0.04	0.09	0.07	-	0.02
		中間貯蔵	0.04	0.08	0.16	0.15	0.03	0.05	0.12	0.12
		SF処分	-	0.20～0.35 (0.15～0.36) ²	0.30～0.51 (0.23～0.52) ²	0.15～0.26 (0.11～0.26) ²	-	0.07～0.13 (0.06～0.13) ²	0.12～0.21 (0.10～0.21) ²	0.06～0.10 (0.05～0.10) ²
	合計		1.7 (1.5) ¹	1.5～1.6 (1.4～1.6) ²	1.0～1.3 ³	1.3～1.4 (1.2～1.4) ²	1.5 (1.4) ¹	1.4～1.4 (1.3～1.4) ²	0.9～1.0 ³	1.0～1.1 ³
発電コスト ⁵		5.1 (4.9) ¹	4.9～5.0 (4.8～5.0) ²	4.4～4.7 ³	4.7～4.8 (4.6～4.8) ²	5.3 (5.2) ¹	5.2～5.2 (5.1～5.2) ²	4.7～4.8 ³	4.8～4.9 ³	

1 第二再処理工場の単価を 1 / 2 とした場合 2 処分坑道横置き方式を含めた場合のコストの幅

3 処分坑道横置き方式を含めてもコストの幅は変わらない 4 再処理施設の廃止措置費用含む

5 発電コストと核燃料サイクルコストの差分は、総合エネ調電気事業分科会コスト等検討小委員会の試算 (H16.1) を活用。割引率 1% では設備利用率 80% で発電コスト 5.0 円/kWh、核燃料サイクルコスト 1.64 円/kWh となっており、その差分 (5.0-1.64) は 3.4 円/kWh。割引率 3% では設備利用率 80% で発電コスト 5.3 円/kWh、核燃料サイクルコスト 1.47 円/kWh となっており、その差分 (5.3-1.47) は 3.8 円/kWh。この差分をシナリオ 1～4 の核燃料サイクルコストに加算して発電コストを算定

(注) 今回の使用済燃料の直接処分コストの算定ではいくつかの不確実性については取り扱っていない。このため、現時点のコストの不確定幅は今回の算定結果よりも大きいと考えるのが妥当である。

7.4 政策変更コスト

新計画策定会議は、今後の核燃料サイクルの進め方について、様々な視点で評価しているが、その視点の一つに「政策変更に伴う課題」がある。

新計画策定会議は、政策変更に伴う課題として以下の項目をリストアップし、六ヶ所サイクル事業への影響

- ・原子力発電所が運転停止になる可能性
- ・海外からの返還廃棄物の受入れが滞って行き場を失う可能性
- ・発電所廃棄物の搬出先を失う可能性
- ・プロジェクト中止に伴い発生する回収不能費用

その他

- ・直接処分に関する研究開発の必要性

これら項目のうち、六ヶ所再処理事業への影響 - プロジェクト中止に伴い発生する回収不能費用に当たる「六ヶ所再処理工場の建設への既投資額の回収及び廃止措置費用」について、本技術検討小委員会において算定するよう指示された。

(1) コスト算定対象と算定方法

六ヶ所再処理施設関連

a. 六ヶ所再処理工場への既投資額について

既投資額は 2005 年度に一括して費用発生するものとみなして算出し、対象期間（2002 年度～2060 年度）の原子力発電電力量で除して影響の大きさを算定する。また当初 15 年間の原子力発電電力量で除した場合も算定する。なお、既投資額は事業者の見積もりを確認し用いる。

b. 六ヶ所再処理工場の廃止措置について

廃止措置費は事業者の見積もりを確認し用いる。2005 年度初めから廃止措置作業開始と仮定し、廃止措置時の状態としてはウラン試験開始後の状態を想定し、必要となるコストを算定する。

劣化ウラン処分費について

シナリオ 3 及びシナリオ 4 で直接処分が選択されたケースでは、劣化ウランの使用用途がなくなるため、その処分が必要になるが、一方、シナリオ 1 及び 2 における劣化ウランの使用期間は今回の対象範囲を大きく超えるものであり、相对比较の整合性という観点で、シナリオ 3 及びシナリオ 4 の劣化ウラン処分費についてはコスト算定に含めない。

その他

政策変更により追加コストが発生する可能性がある事項としては、上記の項目の他に、原子力研究開発面への影響、立地自治体との間の信頼関係喪失に伴う既定事業の継続が困難になる影響等があり、定量化が困難な部分もありえる。

(2)六ヶ所再処理施設関連コストの算定結果

表 7-4-1 六ヶ所再処理工場への既投資額内訳

項 目	金額(兆円)	概 要
建設投資 ・初期投資	2.19 (2.12)	再処理工場竣工までに必要な建設工事費の内、平成16年度末における既投資額(見通し)及び、契約済み未払い分の合計
・その他	(0.07)	再処理工場竣工後に増設する施設等(*)に係る平成16年度末における既投資額(見通し) (*) ガラス固化体貯蔵建屋(増設分)、ウラン酸化物貯蔵建屋(増設分)、低レベル廃棄物処理建屋、低レベル廃棄物貯蔵建屋 等
操業に伴う 既支出額	0.25	使用済燃料受け入れ・貯蔵施設操業費用等の平成16年度末における既支出額(見通し)
合 計	2.44	

<参考> 再処理工場本体は平成 18 年 7 月操業開始予定。使用済燃料受け入れ・貯蔵施設は平成 11 年 12 月操業開始。

表 7-4-2 六ヶ所再処理工場の廃止措置費用内訳

項 目	費 用 (百億円)			差異説明	
	40 年間 操業後	ウラン 試験後	ウラン 試験前	操業後 / ウラン試験後	ウラン試験後 / ウラン試験前
1.解体費	96	34	24	・ 増設施設なし、汚染レベル低(解体効率向上) 解体人件費、現場管理費 23	・ 汚染区域が減 解体人件費、現場管理費 3
(1)調査・計画費	2	1	1	・ 遠隔装置なし、解体工数減 資材費 14	・ 解体工数減 資材費 1
(2)人件費	24	9	8	・ 系統除染、解体工期短縮 施設維持費、その他諸経費 17	・ 系統除染なし、解体工期短縮 施設維持費、その他諸経費 6
(3)資材費	21	8	7	・ 解体人件費、資材費等減 調査計画費、一般管理費 7	・ 解体人件費、資材費等減 一般管理費 1
(4)現場管理費	12	4	2		
(5)施設維持費	15	4	2		
(6)一般管理費	11	4	3		
(7)その他諸経費	11	5	2		
2.廃棄物処理費	32	4	2	・ 増設施設なし、汚染レベル低のため廃棄物量減 処理人件費、現場管理費、処理設備費、容器費、測定費 21	・ 管理区域減による廃棄物量減 処理人件費、処理設備費、容器費、測定費 1
(1)人件費	3	0	0	・ 廃棄物処理工期短縮 施設維持費 3	・ 廃棄物処理工期短縮 施設維持費 0
(2)処理設備費	17	2	2	・ 処理人件費等減 一般管理費 4	・ 処理人件費等減 一般管理費 0
(3)廃棄物容器費	1	0	0		
(4)廃棄物測定費	1	1	0		
(5)現場管理費	1	-	-		
(6)施設維持費	4	1	0		
(7)一般管理費	4	1	0		
3.廃棄物輸送費	10	3	2	・ 廃棄物量減 輸送費 7	・ 廃棄物量減 輸送費 1
4.廃棄物処分費	17	4	3	・ 廃棄物量減 処分費 14	・ 廃棄物量減 処分費 1
合 計	155	45	31	-	-

総括表

表 7-4-3 六ヶ所再処理施設関連コスト積算額

	積算額
六ヶ所再処理工場への既投資額	約 2.44兆円
六ヶ所再処理工場の廃止措置費用（ウラン試験後）	約 0.45兆円 ¹
廃止措置の際の有価物による利益 ²	約 -0.02兆円
合計	約 2.87兆円

1 ウラン試験前の場合は 0.31 兆円

2 仮に初期投資 2.19 兆円のうち設備売却利益を 1%と見込む。

廃止措置においては、クリアランスレベル以下の金属類は有用物と考えて処分費用は見込んでいないが、売却益についても金額が不明なため見込んでいない。

なお、使用済燃料受入れプール等は物理的には中間貯蔵施設として利用できるのではないかとこの指摘があったが、地元の理解を得られるか不明であり、有価物に算入していない。仮に算入した場合には廃止措置費用は約 0.1 兆円程度減少する。

表 7-4-4 発電電力量で均等化した場合のコスト

単位：円/kWh

	割引率1%	割引率2%	割引率3%
15年間の発電電力量で均等化した場合	0.55	0.59	0.62
59年間（シナリオ評価期間）の発電電力量で均等化した場合	0.15	0.19	0.23

7.5 算定結果のまとめ（割引率 2%）

現在のウラン価格などの状況の下では、直接処分した方が再処理するよりも核燃料サイクルコスト（注：発電コスト全体の 2 ～ 3 割の部分）は約 0.5 ～ 0.7 円/kWh 低い。

表 7-5-1 算定結果のまとめ

単位：円/kWh

項 目	全量再処理	部分再処理	全量直接処分	当面貯蔵
発電コスト 1	約 5.2	約 5.0 ～ 5.1	約 4.5 ～ 4.7	約 4.7 ～ 4.8
核燃料サイクルコスト	約 1.6 2	約 1.4 ～ 1.5 2	約 0.9 ～ 1.1 2	約 1.1 ～ 1.2 2
うち フロントエンド	0.63	0.63	0.61	0.61
うち バックエンド	0.93	0.77 ～ 0.85	0.32 ～ 0.46	0.49 ～ 0.55
政策変更に伴う費用（六ヶ所再処理施設関連） 3	-	-	約 0.2	

- 1 発電コストと核燃料サイクルコスト（前頁）の差分は、総合エネ調電気事業分科会コスト等検討小委員会の試算（H16.1）を活用。設備利用率 80%、割引 2%の場合で、発電コスト 5.1 円/kWh、核燃料サイクルコスト 1.53 円/kWh となっており、その差分（5.1-1.53）3.6 円/kWh をシナリオ 2 の核燃料サイクルコストに加算して発電コストを算定。
- 2 今回の使用済燃料の直接処分コストの算定ではいくつかの不確実性については取り扱っていない。このため、現時点のコストの不確定幅は今回の算定結果よりも大きいと考えるのが妥当である。劣化ウラン及び回収ウランはシナリオにより処分又は貯蔵していずれ使用されることとなるが、これら物質の経済的価値及び費用（注）は算定していない。プルトニウムの経済的価値はゼロとする。
（注）再処理工場における回収ウランの貯蔵費用は、再処理費用の中に含まれている。
- 3 政策変更に伴う課題としては、立地地域との信頼関係を損なう可能性など様々な項目が存在するが、技術検討小委員会では、一定の仮定の基に定量化が可能なものとして六ヶ所再処理施設関連コストについて算定結果を求めた。また、一定の仮定の基に定量化が可能なものとして、政策変更により原子力発電所が停止した場合の代替火力発電関連コストがあり、そのコストについては策定会議において算定結果を求めている。

過去の検討例との比較

以下に示す過去のコスト試算・分析に係る資料における、直接処分シナリオと再処理シナリオのそれぞれの核燃料サイクルコストの比率は約 0.8～約 2.4 である。今回の試算においては、約 1.5～約 1.8 となっている。

(「過去のコスト試算・分析にかかる資料について」のデータリストに挙げられている資料のうち、核燃料サイクルコストの比(再処理シナリオ/直接処分シナリオ)が示されているものはその値を、それが計算可能なものについては計算結果を示す。)

組織	資料名	資料作成年月日	核燃料サイクルコスト			備考
			再処理	直接処分	再処理 / 直接処分	
原子力委員会	今回の試算	平成 16 年 10 月	1.6 (円/kWh)	0.9～1.1 (円/kWh)	1.5～1.8	
	原子力委員会長期計画専門部会第二分科会(第 14 回)資料第 14-7 号	平成 6 年 2 月	6.14～18.61 (円/kWh)	5.46～10.46 (円/kWh)	1.0～2.4	OECD/NEA のコスト比較にかかる感度分析。
	「原子力開発利用長期計画参考資料(昭和 57 年(1982 年)9 月)」の中の一資料「核燃料サイクルにかかる経済性の評価について(試算)」	昭和 57 年 9 月	-	-	1.1	INFCE の数値を使用。発電規模が増加するシナリオを前提に、U3O8 の値段が 40\$/ポンドで推移すると仮定した場合。
	長期計画専門部会第 2 分科会(第 2 回)資料(昭和 61 年(1986 年)8 月 27 日)「プルトニウム利用の経済性について」	昭和 61 年 8 月	8.628 (円/kWh)	7.950 (円/kWh)	1.1	OECD/NEA(1985 年)のレポートの手法を用いて評価。直接処分コスト、再処理コストは上記レポートの数値をそのまま使用。
	原子力委員会再処理推進懇談会(第 10 回)資料(昭和 60 年(1985 年)5 月 31 日)「プルトニウム利用の経済性評価例」	昭和 60 年 5 月				プルトニウム利用の経済性に関する評価を行った資料。試算例として、OECD/NEA(1985 年)科学技術庁試算等を紹介。科学技術庁試算における手法、コスト単価等のデータ根拠については確認できず。
			2.14 (円/kWh)	1.95 (円/kWh)	1.1	OECD/NEA(1985 年)試算
			3.03 (円/kWh)	2.95 (円/kWh)	1.0	科学技術庁試算

組織	資料名	資料作成年月日	核燃料サイクルコスト			備考
			再処理	直接処分	再処理 / 直接処分	
原子力委員会	プルトニウム利用に関する調査(昭和61年(1986年)3月)	昭和61年3月	8.628 (円/kWh)	7.950 (円/kWh)	1.1	旧科学技術庁が株式会社三菱総合研究所に調査委託した報告書。OECD/NEA(1985年)のレポートの手法を用いて評価。直接処分コスト、再処理コストは上記レポートの数値をそのまま使用。18の作成に利用。
	原子力発電の将来展望に関する調査(中間報告)～軽水炉における再処理方式と直接処分方式の経済性評価～	平成4年度	1.65 (円/kWh)	1.38 (円/kWh)	1.2	旧科学技術庁が財団法人日本エネルギー経済研究所に調査委託した、原子力発電の将来展望に関する報告。OECD/NEAの1993年のレポート案の手法を用いて評価。直接処分コストはOECD/NEA(Nuclear Fuel 92.11.23)の数値をそのまま使用。
	原子力委員会高速増殖炉懇談会(第7回)資料(平成9年(1997年)7月30日)「核燃料サイクルの比較～エネルギー、廃棄物及び経済性の観点から～」	平成9年7月	約 1.1 (円/kWh)	約 1.0 (円/kWh)	1.1	再処理ケースは、(旧)動力炉・核燃料開発事業団が独自の試算を行って(公表済)いるが、ワンスルーのコストの試算に当たっては、再処理ケースよりワンスルーケースの核燃料コストが約10%安価とのOECD/NEAの1994年のレポートの評価をそのまま用いてコストを評価。
経済産業省 (当時、通商産業省)	核燃料サイクルの経済性試算について	平成6年2月	2.483 (円/kWh)	1.228 (円/kWh)	2.0	事務局(資源エネルギー庁)が提示。総合エネルギー調査会原子力部会核燃料サイクル及び国際問題作業グループにおける議論用参考資料。
	核燃料研究委員会全体会議配付資料4「核燃料サイクルに関する検討結果中間取りまとめ(案)第5章」	昭和53年6月	資源エネルギー庁作成。下記機関のうち、米国機関の試算についてはそのまま翻訳、動燃の試算についてはそのまま掲載。			
			224.8 ($\times 10$ 億\$)	241.4 ($\times 10$ 億\$)	0.9	ERDA(米国エネルギー研究開発局)試算
			156.82 ($\times 10$ 億\$)	174.1 ($\times 10$ 億\$)	0.9	GESMO(米国原子力規制委員会がまとめた、「Upu 混合酸化物燃料の軽水炉使用に関する影響評価声明書」試算
			71.2 ($\times 10$ 億\$)	79.2 ($\times 10$ 億\$)	0.9	動力炉・核燃料開発事業団試算
	「放射線廃棄物の処理・処分」	昭和55年9月	2,947 (\times 百万円)	3,094 (\times 百万円)	1.0	資源エネルギー庁作成。INFCE(国際核燃料サイクル評価)の試算結果を1\$=220円で換算したもの(なお、作成用途は不明。)

組織	資料名	資料作成年月日	核燃料サイクルコスト			備考
			再処理	直接処分	再処理 / 直接処分	
経済産業省 (当時、通商産業省)	総合エネルギー調査会原子力部会第2回プルトニウム・リサイクル小委員会 配布資料2-4「再処理ケースとワンス・スルーケースの経済性比較について～核燃料サイクルコストの一試算～」	昭和60年2月	2.13 (円/kWh)	2.04 (円/kWh)	1.0	事務局(資源エネルギー庁)が小委員会の配布資料として提示。
	「原子燃料サイクルの経済性について～OECD-NEA報告に基いて～」	平成5年12月	13.05～15.05 (円/kWh)	7.03～7.11 (円/kWh)	1.9～2.1	作成主体も用途も不明。OECD/NEAをベースにし、その前提条件の単価の一部を変更して試算したもの。
電事連	研究報告	平成8年2月	1.347 (円/kWh)	0.991 (円/kWh)	1.4	各社の原子力部門のメンバーで構成される検討会を開き、直接処分を含むケーススタディを行ったもの。
動燃事業団 (当時、原子力機構)	原子力工業第28巻第9号記事「核燃料サイクルを厳密に評価してみよう」	昭和57年8月	2.290～3.358	2.193～3.744	0.8～1.1	直接処分の費用は INFCE のデータを使用。
	各種リサイクル概念の経済性比較	平成10年6月	1.87	1.15	1.6	各種燃料サイクル概念の発電コストを推定試算し、経済性の比較、検討を行ったもの。直接処分の費用は高レベル廃棄物処分単価と OECD/NEA(1994)の評価から推定。
OECD/NEA	The Economics of the Nuclear Fuel Cycle、OECD(1994)	平成6年7月	6.23 (円/kWh)	5.46 (円/kWh)	1.1	

旧科学技術庁が当時の事務局。現事務局は内閣府

第8章 技術上の留意事項

8.1 使用済燃料の直接処分コスト算定結果に関する留意点

本検討では、第2章1項に示したとおり、我が国におけるガラス固化体処分に関する知見や諸外国での直接処分に関する情報等を参考として、直接処分場の概念設計を行った。その際には、本検討の目的がガラス固化体処分の場合との比較を行うことにあることを念頭におき、使用済燃料の直接処分概念に関する不確実な部分を各段階で整理し、ガラス固化体処分の費用算定の際と同等の保守性を有する結果を得るべく、工学的判断で数値を定めた。

なお、算定結果を取扱う際には、以下のような不確実な部分を含んだ上での試算であることに留意が必要である。このため、現時点のコストの不確定幅は今回の算定結果よりも大きいと考えることが妥当である。

- a. プルトニウム、ウランという核分裂性物質を地層中に廃棄するところ、
 - ・ プルトニウム等の核分裂性物質による臨界防止の安全評価基準が定まっていない。
 - ・ 使用済燃料は数百年でアクセス可能な放射線レベルになるので、プルトニウムに対する核物質防護（処分場管理）が必要とされる。このことについては長期間国際的に議論がなされてきているが、現在のところ、まだ合意された方法・基準が定まっていない。
- b. 長期間安定であることが確認されているガラス固化体と異なり、長期的な挙動について十分把握できていない使用済燃料の形態で処分するところ、
 - ・ 安全確保上重要な使用済燃料の溶解時間等について国内で認められたデータが確定していない。
 - ・ 放出される線により核種移行が促進される可能性があるところ、この評価モデルが確定していない。
- c. 使用済燃料を収納した廃棄体は、同量の使用済燃料を再処理した場合に発生するガラス固化体に比べ発熱量、寸法、重量が大きいところ、処分を工学的に確実するためには、
 - ・ 取り扱いのための空間の大きさが確定していない。
 - ・ 大重量物のハンドリング設備の仕様が確定していない。

処分場概念として、使用済燃料を収納したキャニスターを、処分坑道に対して処分孔を掘って縦に定置する方式と、処分坑道に横置きに定置する方式の双方に関しての費用を算定した。横置き方式に関しては、キャニスターと緩衝材との空隙が発生する可能性、作業時の二方向退避の困難性、再取出し性等の実現可能性等の課題が同定されたが、定量化に際して考慮することができなかったため、補足検討ケースとして扱うことにした。

8.2 信頼性の高い直接処分のコスト評価を行うための安全評価及び設計・施工における課題

(1) 使用済燃料の直接処分における、より信頼性の高いコスト評価

使用済燃料の地層処分についても、ガラス固化体や TRU 廃棄物の処分に関して実施されたような長期にわたる研究開発による裏づけが必要である。わが国での使用済燃料の直接処分に関してコスト評価の前提となる安全評価や設計・施工を、ガラス固化体や TRU 廃棄物と同じレベルで行うにあたっては、使用済燃料の直接処分に特有の取扱いが必要な多くの課題に対する十分な研究・評価が必要である。

(2) 使用済燃料の直接処分に関する安全評価上の課題

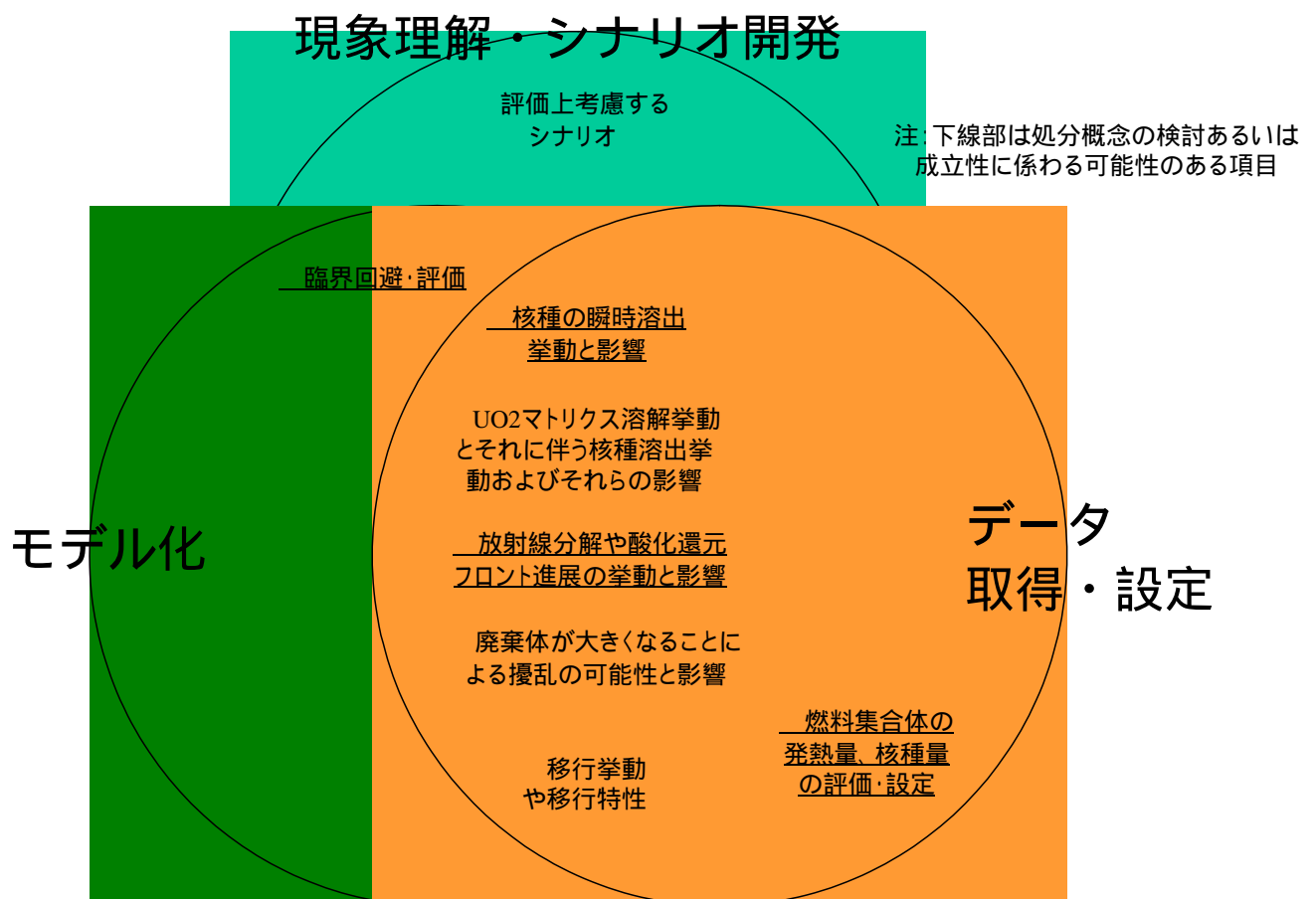


図 8-2-1 直接処分に関する安全評価の概念図

表 8-2-1 直接処分の安全評価上の課題

課 題	今回の予備的評価での取扱い	信頼性の高い評価とするために必要と考えられる取組み
評価上考慮するシナリオ	簡易な基本シナリオのみを考慮	使用済燃料の直接処分に特有な現象の理解の向上及びその特徴を踏まえ(特に以下の ~ の課題)、網羅的・体系的なシナリオの検討を行い評価すべきシナリオを設定する。また、不確実性を適切に評価に取り込めるようにする。
臨界回避・評価	処分体系内でキャニスター等の形状が変化しない場合についてのみ簡易な評価を実施	処分概念の成立性に係わる可能性があり重要。処分体系内でキャニスター等の形状が変化しない場合、及び処分体系外での U や Pu の集積を仮定する場合について、現実的なシナリオの設定・評価などを行い、その可能性が小さいことを確認する。
核種の瞬時溶出挙動と影響	諸外国の安全評価等での取り扱いを参考に設定	実際の使用済燃料等を用いた実験に基づく現象の理解とデータの取得等を基盤とし、わが国での使用済燃料の特徴や地質環境条件の特徴等を考慮した設定ができるようにする。また、不確実性を適切に評価に取り込めるようにする。
UO ₂ マトリクス溶解挙動とそれに伴う核種溶出挙動及びそれらの影響	諸外国の安全評価等での取り扱いを参考に設定	実際の使用済燃料等を用いた実験に基づく現象の理解とデータの取得等を基盤とし、わが国での使用済燃料の特徴や地質環境条件の特徴等を考慮した設定ができるようにする。また、不確実性を適切に評価に取り込めるようにする。
放射線分解や酸化還元フロント進展の挙動と影響	予備的評価において具体的な検討は行っていない	処分概念の成立性に係わる可能性があり重要。実験等を通じた現象の理解とデータの取得を基盤とし、わが国での地質環境条件の特徴等を考慮した設定ができるようにする。また、不確実性を適切に評価に取り込めるようにする。
廃棄体が大きくなることによる掘削影響領域の拡大等の挙動と影響	予備的評価において具体的な検討は行っていない	実験等を通じた現象の理解とデータの取得を基盤とし、わが国での地質環境条件の特徴及び実現可能で現実的な処分場の設計条件を考慮した設定ができるようにする。また、不確実性を適切に評価に取り込めるようにする。
移行挙動や移行特性	ガラス固化体と共通する核種については第2次取りまとめを、それ以外の I や C 等については諸外国の安全評価等を参考に設定	実験等を通じた現象の理解とデータの取得を基盤とし、わが国での地質環境条件の特徴等を考慮した設定ができるようにする。また、不確実性を適切に評価に取り込めるようにする。

(3) 使用済燃料の直接処分の設計・施工上の課題

表 8-2-2 直接処分の設計・施工上の課題

課 題	今回のコスト試算での対応	信頼性の高い設計・施工を行うために必要と考えられる取り組み
ガラス固化体に比べ、寸法(約 3 倍)、重量(約 7 倍)ともに大きくなることに対する処分坑道、処分孔、人工バリア仕様等の検討	<ul style="list-style-type: none"> ガラス固化体での検討を参考に処分坑道・処分孔等の仕様、建設費、設備費を設定 キャニスター1 本当たりの使用済燃料集合体収納数を変数にした評価 	<ul style="list-style-type: none"> 坑道、処分孔の寸法増による空洞安定性評価、岩盤の力学的制限等の詳細検討 処分坑道等が大きくなるに伴う埋め戻し、プラグ設計や処分孔設計の検討 大型化に伴う搬送・定置装置の技術開発 大型化による緩衝材長期力学挙動(キャニスター沈下、腐食膨張等)の評価 横置き方式に対する技術的実現性の検討
ガラス固化体に比べ、発熱量(約 1.6 倍)が大きくなることに対する処分場設計への影響評価	<ul style="list-style-type: none"> 処分場面積を設定するための熱解析を実施 キャニスター1 本当たりの使用済燃料集合体収納数を変数にした評価 	<ul style="list-style-type: none"> キャニスター/緩衝材、岩盤/緩衝材キャップの影響評価 熱 - 水 - 応力連成挙動解析 処分深度に関わる設計上の制約(深くなれば地下水流動は小さくなるが、熱影響の観点から十分な深度が取れない可能性)
ガラス固化体に比べ放射線量が大きくなることに対する遮へい対策	キャニスター寸法、重量増に伴う設備費の設定に含まれるとした	燃料集合体のキャニスターハンドリングにおける遮へい・遠隔装置等の検討
放射線分解による酸化還元フロントに対する対策	キャニスター1 本当たりの使用済燃料集合体収納数を変数にした評価	<ul style="list-style-type: none"> 実際の使用済燃料を用いた放射線分解の実験的研究 放射線分解による酸化還元フロントの解析評価
臨界を避けるための検討	キャニスター1 本当たりの使用済燃料集合体収納数を変数にした評価	<ul style="list-style-type: none"> キャニスター内外のシナリオに基づく臨界解析・評価 燃焼度受け入れ基準等の臨界防止対策の検討 中性子吸収剤等を用いた対策の検討
非収着性核種(C-14)に対する被ばく低減化対策	Cu 等の材質でもサイトが決まっていない現状では長寿命は保証できないため炭素鋼を設定	<ul style="list-style-type: none"> 長寿命キャニスター材料の開発 収着材料の導入・開発
地上施設の詳細検討	国内再処理施設の同様の施設を参考に設定	<ul style="list-style-type: none"> 使用済燃料受け入れ、貯蔵、詰め替え施設の設計検討 使用済燃料詰め替え、遠隔溶接技術の開発

課 題	今回のコスト試算での対応	信頼性の高い設計・施工を行うために必要と考えられる取り組み
操業中及び閉鎖後管理段階の保障措置やテロ対策	・諸外国や国内再処理施設での検討を参考に設定 ・管理期間については未検討のためガラス固化体の期間を設定	・求められる保障措置技術の明確化 ・テロ対策技術の開発
回収可能性の検討	未対応	・使用済燃料は基本的に有用な資源であるため、回収可能性を考慮した人工バリアシステム等の検討

(付録 1)

新計画策定会議 技術検討小委員会 開催実績

(1) 技術検討小委員会

技術検討小委員会は、原則として月に 1 ～ 3 回程度開催し、新計画策定会議に対し検討結果について適宜報告を行った。委員については、新計画策定会議委員若干名をもって構成した。

新計画策定会議の議長は議事に参加することができ、また、技術的検討に関し専門的知見を有する核燃料サイクル開発機構及び日本原子力研究所の専門家は、事務局の一員として参加し、委員長求めに応じて発言することができるとした。

なお、本技術検討小委員会は、付託された事項の検討が終了し、新計画策定会議に検討結果を報告（平成 16 年 10 月 7 日）した。

(2) 開催実績

- ・ 第 1 回（8 月 10 日）
 - 検討課題の確認
 - 過去のコスト試算・分析の確認
 - 直接処分に関する検討（ 1 ）
- ・ 第 2 回（8 月 24 日）
 - 地層処分研究開発第 2 次取りまとめについて
 - 直接処分の概念について
- ・ 第 3 回（8 月 31 日）
 - 直接処分コストの計算方法について
 - 核燃料サイクルコストの計算方法について
- ・ 第 4 回（9 月 10 日）
 - 直接処分コストの計算方法について
 - 核燃料サイクルコストの計算方法について
- ・ 第 5 回（9 月 24 日）
 - 使用済燃料の直接処分場の概念について
- ・ 第 6 回（10 月 7 日）
 - 直接処分に関する検討
 - シナリオ毎の燃料サイクルコストの計算
 - 定量化が困難な事項の影響の確認

(付録 2)

技術検討小委員会委員名簿

委員長 内山 洋司 筑波大学大学院 システム情報工学研究科リスク工学専攻
教授

佐々木 弘 放送大学 教授

田中 知 東京大学大学院 工学系研究科 教授

伴 英幸 原子力資料情報室 共同代表

藤 洋作 電気事業連合会 会長 (関西電力株式会社 取締役社長)
(代理 佐竹 誠 東京電力株式会社 常務取締役)

山地 憲治 東京大学 新領域創成科学研究科先端エネルギー工学専攻
教授

山名 元 京都大学 原子炉実験所 教授

和気 洋子 慶應義塾大学 商学部 教授

付 属 資 料

付属資料 - 1 : 使用済燃料の直接処分のコスト試算における
各費用項目の内訳及び費用の年度展開

各費用項目の内訳（軟岩ケース 1：縦置き、2 体収納の場合）

費用項目			数量	単価（千円）	金額(億円)	設定根拠等	費用 設定区分	
技術開発費	サイト評価技術		1 式	-	26	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
	処分技術に係わる技術開発		1 式	-	985	ガラス固化体処分を基本とするが、処分容器の大型化（寸法、重量）・空洞の拡大を考慮し、「軟岩の力学的安定性等に関する検討」、「緩衝材ブロックの搬送・定置技術」、「キャニスターの落下時健全性評価技術」、「キャニスター搬送・定置技術」、「アクセス坑道における搬送技術」、「一体型緩衝材定置技術」に関する費用を2倍とする（合計+471億円）。	1	
	処分技術実証		1 式	-	937	ガラス固化体処分を基本とするが、処分技術の研究開発、人工バリアや建設操業に関する処分技術の実証が大規模化することから、「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」、「実証エリアの閉鎖」に係わる技術開発費を2倍とする（合計+408億円）。	1	
	使用済燃料受入・貯蔵施設に関連する費用		1 式	-	196	「総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト検討小委員会資料集資料1-1再処理施設の操業費用」を参考に、使用済燃料受入・貯蔵に係わる技術開発費を想定。	4	
	小計				2,143			
調査費・ 用地取得費	概要調査地区選定調査		1 式	-	313	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
	精密調査地区選定調査		1 式	-	852	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
	最終処分建設地選定調査	地上詳細調査、地下特性施設での調査等	1 式	-	213	最終処分施設建設地選定段階における地質調査、水理調査、地球化学調査、環境影響調査の各項目については、処分場の大きさに依存すると考えられるので、ガラス固化体処分における面積、断面積と使用済燃料直接処分における面積、断面積との比率を考慮して算出する。 処分場用地面積比（17.4/10.0）（ガラス固化体面積は10.0km ² と仮定）	2	
		地下特性調査施設の建設、処分予定地取得等	1 式	-	1,025	地下特性調査施設での横坑掘削について、処分場用地面積や坑道断面積がガラス固化体処分に比べて拡大することから、ガラス固化体処分での掘削費の2倍とする。 用地取得費もガラス固化体処分の処分場用地面積との比率を考慮して算出する。		
	小計				2,403			
設計費及び建設費	地上施設	キャニスター・装荷・封入施設	53,888 m ³	54	29	[建設費=施設体積(m ³)×建設単価(円/m ³)]	2	
		使用済燃料受入・貯蔵施設	1 式	-	491	青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設（F施設）と同様のものを想定する。	4	
		緩衝材製作検査施設	123,441 m ³	11	13	[建設費=施設体積(m ³)×建設単価(円/m ³)]	2	
		その他		総額	815	・掘削すり置場(2):639億円 ・埋戻材製作施設(2):10億円 ・アクセス坑口施設建屋(2):51億円 ・ベントナイトプラグ製作施設(2):19億円 ・敷地造成(1)、受変電施設(1)、資材置場(1)、コンクリートパッチャープラント施設(1)、防火施設(1)、中央管理施設(1)、固体廃棄物保管施設(1)、液体廃棄物処理施設(1)、車両整備施設(1)、その他外構工事(1):(1)合計 96億円	1, 2 ()に記載	
	地下施設	斜坑掘削	4,975 m	2,385	119	[建設費=斜坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3	
		斜坑支保	4,975 m	1,928	96	[建設費=斜坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]		
		立坑掘削	2,080 m	3,689	77	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
		立坑支保	2,080 m	172	4	[建設費=立坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3	
		主要坑道掘削	54,754 m	3,923	2,148	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3	
		主要坑道支保	54,754 m	2,091	1,145	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]		
		処分坑道掘削	286,416 m	4,848	13,885	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]		
		処分坑道支保	286,416 m	2,091	5,989	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]		
		処分孔掘削	248,706 m	1,249	3,106	[建設費=処分孔深さ(m)×建設単価(円/m/本)×キャニスター数(本)]		
		処分孔支保	248,706 m	255	635	[建設費=処分孔深さ(m)×建設単価(円/m/本)×キャニスター数(本)]		
		その他		総額	99	・坑底施設掘削(3):87億円 ・掘削すり搬送用立坑内設備運転(1):12億円	1, 3 ()に記載	
	設備費	地上設備	使用済燃料受入・貯蔵設備	1 式	-	1,998	中間貯蔵施設より払い出された使用済燃料貯蔵容器を一時保管した後、貯蔵容器より使用済燃料を取り出してプールに貯蔵するために必要な設備を想定。青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設（F施設）と同様とする。	4
			キャニスター・装荷・封入設備	1 式	-	472	使用済燃料をキャニスターに装荷・封入する設備を想定。キャニスターの装荷・検査として94億円、封入・検査として330億円、建屋付帯設備として48億円。 キャニスター・装荷設備としてガラス固化体封入設備を参考として、重量・寸法増を考慮して設定機器毎に積み上げた。更新費は、ガラス固化体の初期設計費と更新費の比に基づいて算出した。[建屋付帯設備]に関しては、ガラス固化体封入設備の値を用いた。	
			緩衝材製作設備	1 式	-	200	[設備費=ガラス固化体処分での費用(円)×直接処分物量比] 直接処分物量比=（1,116,116m ³ /479,824m ³ ）=2.326	2
		その他			総額	1,863	・埋戻材製作設備(2):20億円 ・埋戻材/プラグ等搬送設備(2):24億円 ・地上地下連絡設備(2):406億円 ・ベントナイトプラグ製作設備(2):406億円 ・排水処理設備(建設/操業用)(1)、受変電設備(1)、コンクリートパッチャープラント設備(1)、地下施設用換気空調設備(1)、非常用電源設備(1)、防火施設(1)、中央管理棟設備(1)、固体廃棄物保管設備(1)、液体廃棄物処理設備(1)、車両整備設備(1)、ベントナイトサイロ(1):(1)合計 1,007億円	1, 2 ()に記載
			主要坑道内設備	54,754 m	17	9	主要坑道・処分坑道内設備：坑道延長の変更を考慮して設定する。	2
			処分坑道内設備	286,416 m	6	17		
			キャニスター・定置設備	8 台	4,348,917	348		
		その他			総額	1,004	・坑底施設内設備(2):73億円 ・緩衝材定置設備(2):196億円 ・地下排水設備(1)、アクセス坑道内設備(1):(1)合計 735億円	1, 2 ()に記載
		その他				429	・インフラ施設(港湾施設、専用道路、排水路):(1)253億円 ・キャスク(廃棄体)輸送設備(輸送車両等、岸壁クレーン、検査機器等)(1)40億円	1
			小計				34,991	

各費用項目の内訳 （軟岩ケース 1：縦置き、2 体収納の場合）

操業費	運転費	キャスク(廃棄体)輸送		1 式	-	70	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
		使用済燃料受入・貯蔵工程		1 式	-	888	青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設(F施設)と同様のものを想定する。「総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト検討小委員会資料集資料1-1再処理施設の操業費用」を参考に、運転に必要な人件費および廃棄物処理費等を設定。	4	
		キャニスター・装荷・封入工程		40 年	600,110	240	単価=120人×200日/年×25千円/人・日 4本収納はガラス固化体処分を参考に100人。2本収納はこれに設備費の比率を乗じて設定。またガラス固化体処分と同様の廃棄物処理施設運転費を設定。	4	
		キャニスター・物品費		34,784 本	15,767	5,485	キャニスター・物品費については、ガラス固化体処分のオーバーバックとの重量比とオーバーバック単価を用いてキャニスター単価を設定する。[キャニスター・物品費=キャニスター数量(本)×キャニスター単価(円/本)] ガラス固化体処分のオーバーバックとの重量比=4.8	3	
		処分坑道埋戻工程		285,736 m	430	1,229	[埋戻費=処分坑道埋戻延長距離(m)×建設単価(円/㎡)]	3	
		その他		総額		5,789	・緩衝材製作(2):455億円 ・埋戻材製作(2):4215億円 ・プラグ材製作(2):53億円 ・搬送工程(2):469億円 ・キャニスターノ緩衝材定置工程(2):451億円 ・処分坑道プラグ施工(3):43億円 ・ボアホールプラグ施工(1)、その他設備運転管理(1):(1)合計 104億円	1,2,3 ()に記載	
	施設維持補修費	インフラ施設	インフラ施設維持補修費	1 式	-	114	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
		地上施設維持補修費	使用済燃料受入・貯蔵施設、キャニスター・装荷・封入施設	42 年	260,252	109	年間維持補修費=建設費×施設維持比率0.5% 施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する。	2	
			その他	総額		28	・緩衝材製作施設(2):2.8億円 ・埋戻し材製作施設(2):0.9億円 ・濁水処理施設(2):0.3億円 ・掘削すり・埋戻材搬送用坑口施設(2):4.8億円 ・ベントナイトプラグ製作施設(2):2.9億円 ・受変電施設(1)、キャニスター・緩衝材搬送用坑口施設(1)、消防火施設(1)、人員・資材搬送用施設(1)、中央管理棟(1)、地下排水処理施設(1)、地下施設用換気空調施設(1)、資材倉庫(1)、支保材置場(1)、コンクリートパッチャープラント施設(1)、固体廃棄物保管施設(1)、液体廃棄物処理施設(1)、車両整備施設(1)、メインレンチ(1)、サブレンチ(1)、雨水集水溝(1):(1)合計 17億円	1,2 ()に記載	
			地下施設維持補修費	坑底施設	60 年	28,830	17	支保工建設単価に0.5%を乗じたものを単価とした。 施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する。	2
		その他		総額		758	・坑道維持費(アクセス坑道)(2):43億円 ・坑道維持費(主要坑道)(2):286億円 ・処分坑道(点検人工のみ計上)(2):427億円 ・地下特性施設模坑(1):2億円	2	
		設備維持補修費	キャスク輸送設備維持補修費		1 式	-	8	ガラス固化体処分費用と同じ。	1
	地上設備維持補修費		キャニスター・装荷・封入設備、使用済燃料受入・貯蔵設備	42 年	5,126,188	2,153	設備維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する：3.0% 埋戻材製作設備費の3.0%を単価とする。	2	
			その他	総額		1,469	・緩衝材製作設備(2):123億円 ・埋戻し材製作設備(2):14億円 ・埋戻材/プラグ等搬送設備(2):18億円 ・地上地下連絡設備(2):197億円 ・ベントナイトプラグ材製作設備(2):247億円 ・キャニスター・定置設備(2):214億円 ・緩衝材定置設備(2):120億円 ・排水処理設備(1)、受変電設備(1)、コンクリートパッチャー・プラント設備(1)、地下施設用換気空調設備(1)、非常用電源設備(1)、消防火設備(1)、中央管理棟設備(1)、固体廃棄物保管設備(1)、液体廃棄物処理設備(1)、車両整備設備(1)、ベントナイトサイロ(1):(1)合計 535億円	1,2 ()に記載	
			地下設備維持補修費	坑底施設設備	34 年	43,617	15	施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する：3.0% 坑底施設設備の3.0%を維持補修費の単価とする。	2
	その他		総額		401	・地下施設照明設備(2):6.3億円 ・地下施設排水設備(1):395億円	1,2 ()に記載		
	ユーティリティ費(電力費)		1 式	-	893	ガラス固化体処分のユーティリティ費用に、使用済燃料受入・貯蔵施設でのユーティリティ費(179億円)を追加。	1,4		
	小計				19,667				
解体・閉鎖費	施設解体・閉鎖費	地上施設解体費	1 式	-	191	施設解体比率は、ガラス固化体処分の解体費/施設費の比率を用いる。 [解体費=施設費×解体比率]	2		
		地下施設閉鎖費	アクセス坑道	キャニスター搬送用アクセス坑道	4,880 m	2,641	129	[埋戻費=アクセス坑道埋戻延長距離(m)×建設単価(円/㎡)]	3
			主要坑道	主要坑道埋戻	54,050 m	1,735	938	[埋戻費=主要坑道埋戻延長距離(m)×建設単価(円/㎡)]	
			その他	総額		252	・アクセス坑道プラグ施工(3):34億円 ・主要坑道プラグ施工(3):16億円 ・坑底施設埋戻(3):58億円 ・立坑埋戻(1)、調査坑道埋戻(1)、埋戻材搬送用立坑内設備運転(1):(1)合計 145億円		
		設備撤去費	廃棄物輸送設備機器類解体撤去、地上設備機器類解体撤去、地下設備機器類解体撤去	1 式	-	1,007	[設備撤去費=設備費×撤去比率] 設備撤去比率は、ガラス固化体処分の撤去費/設備費の比率を用いる。	2	
	小計				2,516				
モニタリング費		1 式	-	1,190	ガラス固化体処分費用と同じ。	1			
プロジェクト管理費	実施主体人件費、実施主体運営費等		1 式	-	3,270	実施主体関係費用はガラス固化体処分費用と同じ。使用済燃料受入・貯蔵施設に係わる一般管理費(308億円)を追加。	1,4		
	固定資産税		1 式	-	8,056	施設、設備に課せられる固定資産税+取得用地に課せられる固定資産税 ガラス固化体と同様の算出方法	2		
	保障措置・テロ対策費		1 式	-	436	保障措置・テロ対策費として、施設警備のための監視設備(センサー、カメラ等)や監視作業のための費用を想定。	4		
	小計				11,762				
消費税				3,331		-			
核燃料物質等取扱税		1 式	-	7,616	核燃料物質取扱税は、使用済燃料の物量を考慮して設定。総量としては、32,000t分を考慮し、年間では800t分を考慮する。	4			

(注) 諸数処理の関係で表中の数値と小計が合わない場合がある。

各費用項目の内訳（軟岩ケース2：縦置き、4体収納の場合）

費用項目			数量	単価(千円)	金額(億円)	設定根拠等	費用 設定区分	
技術開発費	サイト評価技術		1式	-	26	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
	処分技術に係わる技術開発		1式	-	985	ガラス固化体処分を基本とするが、処分容器の大型化(寸法、重量)・空洞の拡大を考慮し、「軟岩の力学的安定性等に関する検討」、「緩衝材ブロックの搬送・定置技術」、「キャニスターの落下時健全性評価技術」、「キャニスター搬送・定置技術」、「アクセス坑道における搬送技術」、「一体型緩衝材定置技術」に関する費用を2倍する(合計+471億円)。	1	
	処分技術実証		1式	-	937	ガラス固化体処分を基本とするが、処分技術の研究開発、人工バリアや建設操業に関する処分技術の実証が大規模化することから、「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」、「実証エリアの開鎖」に係わる技術開発費を2倍とする(合計+408億円)。	1	
	使用済燃料受入・貯蔵施設に関連する費用		1式	-	196	「総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト検討小委員会資料集資料1-1再処理施設の操業費用」を参考に、使用済燃料受入・貯蔵に係わる技術開発費を想定。	4	
	小計				2,143			
調査費及び用地取得費	概要調査地区選定調査		1式	-	313	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
	精密調査地区選定調査		1式	-	852	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
	最終処分建設地選定調査	地上詳細調査、地下特性施設での調査等	1式	-	175	最終処分施設建設地選定段階における地質調査、水理調査、地球化学調査、環境影響調査の各項目については、処分場の大きさに依存すると考えられるので、ガラス固化体処分における面積、断面積と使用済燃料直接処分における面積、断面積との比率を考慮して算出する。 処分場用地面積比(14.2/10.0)(ガラス固化体面積は10.0km ² と仮定)	2	
		地下特性調査施設の建設、処分予定地取得等	1式	-	906	地下特性調査施設での横坑掘削について、処分場用地面積や坑道断面積がガラス固化体処分比べて拡大することから、ガラス固化体処分での掘削費の2倍とする。 用地取得費もガラス固化体処分の処分場用地面積との比率を考慮して算出する。		
	小計				2,247			
設計及び建設費	地上施設	キャニスター・装荷・封入施設	36,896 m ²	54	20	[建設費=施設体積(m ³)×建設単価(円/m ³)]	2	
		使用済燃料受入・貯蔵施設	1式	-	491	青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設(F施設)と同様のものを想定する。	4	
		緩衝材製作検査施設	70,381 m ²	11	7	[建設費=施設体積(m ³)×建設単価(円/m ³)]	2	
		その他	総額		592	・掘削ずり置場(2):434億円 ・埋戻材製作施設(2):7億円 ・アクセス坑口施設建屋(2):41億円 ・ベントナイトプラグ製作施設(2):14億円 ・敷地造成(1)、受変電施設(1)、資材置場(1)、コンクリートパッチャープラント施設(1)、防火施設(1)、中央管理施設(1)、固体廃棄物保管施設(1)、液体廃棄物処理施設(1)、車両整備施設(1)、その他外構工事(1):(1)合計 96億円	1,2 (1)に記載	
	地下施設	斜坑掘削	4,975 m	2,385	119	[建設費=斜坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3	
		斜坑支保	4,975 m	1,928	96	[建設費=斜坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]		
		立坑掘削	2,080 m	3,689	77	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
		立坑支保	2,080 m	172	4	[建設費=立坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3	
		主要坑道掘削	51,653 m	4,015	2,074	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3	
		主要坑道支保	51,653 m	2,091	1,080	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]		
		処分坑道掘削	179,544 m	4,848	8,704	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]		
		処分坑道支保	179,544 m	2,091	3,754	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]		
		処分孔掘削	124,353 m	1,433	1,782	[建設費=処分孔深さ(m)×建設単価(円/m/本)×キャニスター数(本)]		
		処分孔支保	124,353 m	275	342	[建設費=処分孔深さ(m)×建設単価(円/m/本)×キャニスター数(本)]		
		その他	総額		99	・坑底施設掘削(3):87億円 ・掘削ズリ搬送用立坑内設備運転(1):12億円	1,3 (1)に記載	
	設備費	地上設備	使用済燃料受入・貯蔵設備	1式	-	1,998	中間貯蔵施設より払い出された使用済燃料貯蔵容器を一時保管した後、貯蔵容器より使用済燃料を取り出してプールに貯蔵するために必要な設備を想定。青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設(F施設)と同様とする。	4
			キャニスター・装荷・封入設備	1式	-	383	使用済燃料をキャニスターに装荷・封入する設備を想定。キャニスターの装荷・検査として94億円、封入・検査として240億円、建屋付帯設備として48億円。 キャニスター・装荷設備としてガラス固化体封入設備を参考として、重量・寸法増を考慮して設定機器毎に積み上げた。更新費は、ガラス固化体の初期設備費と更新費の比に基づいて算出した。[建屋付帯設備]に関しては、ガラス固化体封入設備の値を用いた。	
			緩衝材製作設備	1式	-	114	[設備費=ガラス固化体処分での費用(円)×直接処分量比] 直接処分量比=(636,454m ² /479,824m ²)=1.326	2
			その他	総額		1,683	・埋戻材製作設備(2):13億円 ・埋戻材/プラグ等搬送設備(2):17億円 ・地上地下連絡設備(2):331億円 ・ベントナイトプラグ製作設備(2):313億円 ・排水処理設備(建設/操業用)(1)、受変電設備(1)、コンクリートパッチャープラント設備(1)、地下施設用換気空調設備(1)、非常用電源設備(1)、防火火設備(1)、中央管理棟設備(1)、固体廃棄物保管設備(1)、液体廃棄物処理設備(1)、車両整備設備(1)、ベントナイトサイロ(1):(1)合計 1,007億円	1,2 (1)に記載
		地下設備	主要坑道内設備	51,653 m	17	9	主要坑道・処分坑道内設備：坑道延長の変更を考慮して設定する。	2
			処分坑道内設備	179,544 m	6	10		
			キャニスター・定置設備	4台	6,132,974	245	[設備費=設備単価(円/台)×必要台数(台)]	4
			その他	総額		896	・坑底施設内設備(2):50億円 ・緩衝材定置設備(2):112億円 ・地下排水設備(1)、アクセス坑道内設備(1):(1)合計 735億円	1,2 (1)に記載
		その他				429	・インフラ施設(港湾施設、専用道路、排水路)(1)253億円 ・キャスク(廃棄体)輸送設備(輸送車両等、岸壁クレーン、検査機器等)(1)40億円	1
		小計				25,008		

各費用項目の内訳 （軟岩ケース2：縦置き、4体収納の場合）

操業費	運転費	キャスク(廃棄体)輸送		1 式	-	70	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
		使用済燃料受入・貯蔵工程		1 式	-	888	青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設（F施設）と同様のものを想定する。「総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト検討小委員会資料集資料1-1再処理施設の操業費用」を参考に、運転に必要なとなる人件費および廃棄物処理費等を設定。	4	
		キャニスター・装荷・封入工程		40 年	500,865	200	単価=100人×200日/年×25千円/人・日 4本収納はガラス固化体処分を参考に100人。2本収納はこれに設備費の比率を乗じて設定。またガラス固化体処分と同様の廃棄物処理施設運転費を設定。	4	
		キャニスター・物品費		17,392 本	22,337	3,885	キャニスター・物品費については、ガラス固化体処分のオーバーバックとの重量比とオーバーバック単価を用いてキャニスター単価を設定する。[キャニスター・物品費=キャニスター数量(本)×キャニスター単価(円/本)] ガラス固化体処分のオーバーバックとの重量比=6.8	3	
		処分坑道埋戻し工程		179,064 m	430	770	[埋戻費=処分坑道埋戻延長距離(m)×建設単価(円/㎡)]	3	
		その他		総額		3,595	・緩衝材製作(2):259億円 ・埋戻材製作(2):2642億円 ・プラグ材製作(2):41億円 ・搬送工程(2):282億円 ・キャニスターノ緩衝材定置工程(2):236億円 ・処分坑道プラグ施工(3):31億円 ・ボアホールプラグ施工(1)、その他設備運転管理(1):(1)合計 104億円	1,2,3 ()に記載	
	施設維持補修費	インフラ施設	インフラ施設維持補修費	1 式	-	114	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
		地上施設維持補修費	使用済燃料受入・貯蔵施設、キャニスター・装荷・封入施設	42 年	255,656	107	年間維持補修費=建設費×施設維持比率0.5% 施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する。	2	
			その他	総額		25	・緩衝材製作施設(2):1.6億円 ・埋戻し材製作施設(2):0.6億円 ・濁水処理施設(2):0.2億円 ・掘削すり・埋戻材搬送用坑口施設(2):3.2億円 ・ベントナイトプラグ製作施設(2):2.2億円 ・受変電施設(1)、キャニスター・緩衝材搬送用坑口施設(1)、消防火施設(1)、人・資材搬送用施設(1)、中央管理棟(1)、地下排水処理施設(1)、地下施設用換気空調施設(1)、資材倉庫(1)、支保材置場(1)、コンクリートパッチャープラント施設(1)、固体廃棄物保管施設(1)、液体廃棄物処理施設(1)、車両整備施設(1)、メイントレンチ(1)、サブレンチ(1)、雨水集水溝(1):(1)合計 17億円	1,2 ()に記載	
		地下施設維持補修費	坑底施設	60 年	28,830	17	支保工建設単価に0.5%を乗じたものを単価とした。 施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する。	2	
		その他		総額		582	・坑道維持費(アクセス坑道)(2):43億円 ・坑道維持費(主要坑道)(2):270億円 ・処分坑道(点検人工のみ計上)(2):268億円 ・地下特性施設構坑(1):2億円	2	
		設備維持補修費	キャスク輸送設備維持補修費		1 式	-	8	ガラス固化体処分費用と同じ。	1
	地上設備維持補修費		キャニスター・装荷・封入設備、使用済燃料受入・貯蔵設備	42 年	5,015,017	2,106	設備維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する:3.0% 埋戻材製作設備費の3.0%を単価とする。	2	
			その他	総額		1,189	・緩衝材製作設備(2):70億円 ・埋戻し材製作設備(2):9.9億円 ・埋戻材/プラグ等搬送設備(2):12億円 ・地上地下連絡設備(2):151億円 ・ベントナイトプラグ材製作設備(2):191億円 ・キャニスター・定置設備(2):151億円 ・緩衝材定置設備(2):69億円 ・排水処理設備(1)、受変電設備(1)、コンクリートパッチャー・プラント設備(1)、地下施設用換気空調設備(1)、非常用電源設備(1)、消防火設備(1)、中央管理棟設備(1)、固体廃棄物保管設備(1)、液体廃棄物処理設備(1)、車両整備設備(1)、ベントナイトサイロ(1):(1)合計 535億円	1,2 ()に記載	
	地下設備維持補修費		坑底施設設備	34 年	29,595	10	施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する:3.0% 坑底施設設備の3.0%を維持補修費の単価とする。	2	
	その他		総額		401	・地下施設照明設備(2):6.3億円 ・地下施設排水設備(1):395億円	1,2 ()に記載		
	ユーティリティ費(電力費)		1 式	-	893	ガラス固化体処分のユーティリティ費用に、使用済燃料受入・貯蔵施設でのユーティリティ費(179億円)を追加。	1,4		
	小計				14,862				
解体・閉鎖費	施設解体・閉鎖費	地上施設解体費	1 式	-	185	施設解体比率は、ガラス固化体処分の解体費/施設費の比率を用いる。 [解体費=施設費×解体比率]	2		
		地下施設閉鎖費	アクセス坑道	キャニスター搬送用アクセス坑道	4,880 m	2,641	129	[埋戻費=アクセス坑道埋戻延長距離(m)×建設単価(円/㎡)]	3
			主要坑道	主要坑道埋戻	51,109 m	1,735	887	[埋戻費=主要坑道埋戻延長距離(m)×建設単価(円/㎡)]	
			その他	総額		252	・アクセス坑道プラグ施工(3):34億円 ・主要坑道プラグ施工(3):16億円 ・坑底施設埋戻(3):58億円 ・立坑埋戻(1)、調査坑道埋戻(1)、埋戻材搬送用立坑内設備運転(1):(1)合計 145億円		
	設備撤去費	廃棄物輸送設備機器類解体撤去、地上設備機器類解体撤去、地下設備機器類解体撤去	1 式	-	978	[設備撤去費=設備費×撤去比率] 設備撤去比率は、ガラス固化体処分の撤去費/設備費の比率を用いる。	2		
	小計				2,430				
モニタリング費		1 式	-	1,190	ガラス固化体処分費用と同じ。	1			
プロジェクト管理費	実施主体人件費、実施主体運営費等		1 式	-	3,270	実施主体関係費用はガラス固化体処分費用と同じ。使用済燃料受入・貯蔵施設に係わる一般管理費(308億円)を追加。	1,4		
	固定資産税		1 式	-	6,093	施設、設備に課せられる固定資産税+取得用地に課せられる固定資産税 ガラス固化体と同様の算出方法	2		
	保障措置・テロ対策費		1 式	-	436	保障措置・テロ対策費として、施設警備のための監視設備(センサー、カメラ等)や監視作業のための費用を想定。	4		
	小計				9,799				
	消費税				2,579				
核燃料物質等取扱税		1 式	-	7,616	核燃料物質取扱税は、使用済燃料の物量を考慮して設定。総量としては、32,000tlfを考慮し、年間では800tlfを考慮する。	4			

(注) 端数処理の関係で表中の数値と小計が合わない場合がある。

各費用項目の内訳（軟岩ケース3：縦置き、2体収納、2サイトの場合）

費用項目				単価(千円)	金額(億円)	設定根拠等	費用 設定区分		
技術開発費	サイト評価技術		1	式	-	26	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
	処分技術に係わる技術開発		1	式	-	985	ガラス固化体処分を基本とするが、処分容器の大型化(寸法、重量)・空洞の拡大を考慮し、「軟岩の力学的安定性等に関する検討」、「緩衝材ブロックの搬送・定置技術」、「キャニスターの落下時健全性評価技術」、「キャニスター搬送・定置技術」、「アクセス坑道における搬送技術」、「一体型緩衝材定置技術」に関する費用を2倍する(合計+471億円)。	1	
	処分技術実証		1	式	-	937	ガラス固化体処分を基本とするが、処分技術の研究開発、人工バリアや建設操業に関する処分技術の実証が大規模化することから、「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」、「実証エリアの開掘」に係わる技術開発費を2倍とする(合計+408億円)。	1	
	使用済燃料受入・貯蔵施設に関連する費用		1	式	-	196	「総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト検討小委員会資料集資料1-1再処理施設の操業費用」を参考に、使用済燃料受入・貯蔵に係わる技術開発費を想定。	4	
	小計					2,143			
調査費・ 用地取得費	概要調査地区選定調査		1	式	-	313	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
	精密調査地区選定調査		1	式	-	852	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
	最終処分建設地選定調査	地上詳細調査、地下特性施設での調査等	1 × 2	式	11,278,990	226	(1サイト分の記述) 最終処分施設建設地選定段階における地質調査、水理調査、地球化学調査、環境影響調査の各項目について、処分場の大きさに依存すると考えられるので、ガラス固化体処分における面積、断面積と使用済燃料直接処分における面積、断面積との比率を考慮して算出する。 処分場用地面積比(9.4/10.0)(ガラス固化体面積は10.0km ² と仮定)	2	
		地下特性調査施設の建設、処分予定地取得等	1 × 2	式	72,874,758	1,457	(1サイト分の記述) 地下特性調査施設での横坑掘削について、坑道断面積がガラス固化体処分に比べて拡大することから、ガラス固化体処分での掘削費の2倍とする。 用地取得費もガラス固化体処分の処分場用地面積との比率を考慮して算出する。		
	小計					2,848			
設計費及び建設費	地上施設	キャニスター・装荷・封入施設	36,896 × 2	m ²	54	40	[建設費=施設体積(m ³) × 建設単価(円/m ³)]	2	
		使用済燃料受入・貯蔵施設	1 × 2	式	24,567,650	491	(1サイト分の記述) 青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設(F施設)と同様のものを半分を想定する。	4	
		緩衝材製作検査施設	61,721 × 2	m ²	11	13	[建設費=施設体積(m ³) × 建設単価(円/m ³)]	2	
		その他	総額		1,021		(2サイト分の記述) ・掘削すり置場(2):358億円×2 ・埋戻材製作施設(2):5.8億円×2 ・アクセス坑口施設建屋(2):37億円×2 ・ペントナイトプラグ製作施設(2):13億円×2 敷地造成(1)、受変電施設(1)、資材置場(1)、コンクリートパッチャープラント施設(1)、防火施設(1)、中央管理施設(1)、固体廃棄物保管施設(1)、液体廃棄物処理施設(1)、車両整備施設(1)、その他外構工事(1):(1)合計 96億円×2	1,2 (1)に記載	
	地下施設	斜坑掘削	4,975 × 2	m	2,385	237	[建設費=斜坑延長距離(m) × 建設単価(円/m)]	3	
		斜坑支保	4,975 × 2	m	1,928	192	[建設費=斜坑延長距離(m) × 建設単価(円/m)]		
		立坑掘削	2,080 × 2	m	3,689	153	(2サイト分の記述) ガラス固化体処分費用の2倍	1	
		立坑支保	2,080 × 2	m	172	7	[建設費=立坑延長距離(m) × 建設単価(円/m)]	3	
		主要坑道掘削	43,907 × 2	m	3,835	3,368	[建設費=坑道延長距離(m) × 建設単価(円/m)]	3	
		主要坑道支保	43,907 × 2	m	2,091	1,836	[建設費=坑道延長距離(m) × 建設単価(円/m)]		
		処分坑道掘削	144,864 × 2	m	4,848	14,046	[建設費=坑道延長距離(m) × 建設単価(円/m)]		
		処分坑道支保	144,864 × 2	m	2,091	6,059	[建設費=坑道延長距離(m) × 建設単価(円/m)]		
		処分孔掘削	124,353 × 2	m	1,249	3,106	[建設費=処分孔深さ(m) × 建設単価(円/m/本) × キャニスター数(本)]		
		処分孔支保	124,353 × 2	m	255	635	[建設費=処分孔深さ(m) × 建設単価(円/m/本) × キャニスター数(本)]		
		その他	総額		198		(2サイト分の記述) ・坑底施設掘削(3):87億円×2 ・掘削すり置場用立坑内設備運搬(1):12億円×2	1,3 (1)に記載	
	設備費	地上設備	使用済燃料受入・貯蔵設備	1 × 2	式	99,890,049	1,998	(1サイト分の記述) 中間貯蔵施設より払い出された使用済燃料貯蔵容器を一時保管した後、貯蔵容器より使用済燃料を取り出してプールに貯蔵するために必要な設備を想定。青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設(F施設)の半分とする。	4
			キャニスター・装荷・封入設備	1 × 2	式	34,007,611	680	(1サイト分の記述) 使用済燃料をキャニスターに装荷・封入する設備を想定。処分数量に比例するものは半額となる。キャニスターの装荷・検査として94億円、封入・検査として198億円、建屋付帯設備として48億円。 キャニスター・装荷設備としてガラス固化体封入設備を参考として、重量・寸法増を考慮して設定機器毎に積み上げた。更新費は、ガラス固化体の初期設備費と更新費の比に基づいて算出した。[建屋付帯設備]に関しては、ガラス固化体封入設備の値を用いた。	
			緩衝材製作設備	1 × 2	式	9,986,145	200	(1サイト分の記述) [設備費=ガラス固化体処分での費用(円) × 直接処分物量比] 直接処分物量比=(558,058m ³ /479,824m ³)=1.163	2
			その他	総額		3,354		(2サイト分の記述) ・埋戻材製作設備(2):11億円×2 ・埋戻材/プラグ等搬送設備(2):14億円×2 ・地上地下連絡設備(2):331億円×2 ・ペントナイトプラグ製作設備(2):313億円×2 ・排水処理設備(建設/操業用)(1)、受変電設備(1)、コンクリートパッチャープラント設備(1)、地下施設用換気空調設備(1)、非常用電源設備(1)、防火施設設備(1)、中央管理棟設備(1)、固体廃棄物保管設備(1)、液体廃棄物処理設備(1)、車両整備設備(1)、ペントナイトサイロ(1):(1)合計 1,007億円×2	1,2 (1)に記載
		地下設備	主要坑道内設備	43,907 × 2	m	17	15	(1サイト分の記述)	2
			処分坑道内設備	144,864 × 2	m	6	17	主要坑道・処分坑道内設備：坑道延長の変更を考慮して設定する。	
			キャニスター・定置設備	4 × 2	台	4,348,917	348	[設備費=設備単価(円/台) × 必要台数(台)]	4
			その他	総額		1,748		(2サイト分の記述) ・坑底施設内設備(2):41億円×2 ・緩衝材定置設備(2):98億円×2 ・地下排水設備(1)、アクセス坑道内設備(1):(1)合計 735億円×2	1,2 (1)に記載
その他		784					1		
小計			40,546						

各費用項目の内訳（軟岩ケース３：縦置き、２体収納、２サイトの場合）

操業費	運転費	キャスク(廃棄体)輸送		1 × 2 式	3,484,092	70	(1 サイト分の記述) ガラス固化体処分費用の半分とする。	1
		使用済燃料受入・貯蔵工程		1 × 2 式	44,397,370	888	(1 サイト分の記述) 青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設 (F 施設) と同様のもを想定する。 「 総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト検討小委員会資料集資料1-1再処理施設の操業費用 」 を参考に、運転に必要な人件費および廃棄物処理費等を設定し、その半分のを想定する。	4
		キャニスター・装荷・封入工程		40 × 2 年	500,865	401	(1 サイト分の記述) 単価=100人×200日/年×25千円/人・日 4本収納はガラス固化体処分を参考に100人。またガラス固化体処分と同様の廃棄物処理施設運転費を設定。	4
		キャニスター物品費		17,392 × 2 本	15,767	5,489	キャニスター・物品費については、ガラス固化体処分時のオーバーバックとの重量比とオーバーバック単価を用いてキャニスター単価を設定する。 [キャニスター単価=キャニスター数量(本)×キャニスター単価(円/本)] ガラス固化体処分時のオーバーバックとの重量比=4.8	3
		処分坑道埋戻工程		144,384 × 2 m	430	1,242	[埋戻費=処分坑道埋戻延長距離(m) × 建設単価(円/ m)]	3
		その他			総額	5,994	(2サイト分の記述) ・緩衝材製作(2):228億円×2 ・埋戻材製作(2):2132億円×2 ・プラグ材製作(2):41億円×2 ・搬送工程(2):237億円×2 ・キャニスターノ緩衝材定置工程(2):225億円×2 ・処分坑道プラグ施工(3):31億円×2 ・ボアホールプラグ施工(1)、その他設備運転管理(1):(1)合計 104億円×2	1,2,3 ()に記載
	施設維持補修費	インフラ施設	インフラ施設維持補修費	1 × 2 式	11,448,059	229	(1 サイト分の記述) ガラス固化体処分費用と同じ。	1
		地上施設維持補修費	使用済燃料受入・貯蔵施設、キャニスター・装荷・封入施設	42 × 2 年	132,818	112	年間維持補修費=建設費×施設維持比率0.5% 施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する。	2
			その他		総額	47	(2サイト分の記述) ・緩衝材製作施設(2):1.4億円×2 ・埋戻し材製作施設(2):0.5億円×2 ・濁水処理施設(2):0.2億円×2 ・掘削ずり・埋戻材搬送用坑口施設(2):2.7億円×2 ・ベントナイトプラグ製作施設(2):2億円×2 ・受変電施設(1)、キャニスター・緩衝材搬送用坑口施設(1)、防火施設(1)、人員・資材搬送用施設(1)、中央管理棟(1)、地下排水処理施設(1)、地下施設用換気空調施設(1)、資材倉庫(1)、支援材置場(1)、コンクリート/パッチャープラント施設(1)、固体廃棄物保管施設(1)、液体廃棄物処理施設(1)、車両整備施設(1)、メイトレンヂ(1)、サフトレンヂ(1)、雨水集水溝(1):(1)合計 17億円×2	1,2 ()に記載
		地下施設維持補修費	坑底施設	60 × 2 年	28,830	35	支保工建設単価に0.5%を乗じたものを単価とした。 施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する。	2
		その他		総額	981	(2サイト分の記述) ・坑道維持費(アクセス坑道)(2):43億円×2 ・坑道維持費(主要坑道)(2):230億円×2 ・処分坑道(点検人工のみ計上)(2):216億円×2 ・地下特性施設機坑(1):2億円×2	2	
		設備維持補修費	キャスク輸送設備維持補修費		1 × 2 式	548,232	11	(1 サイト分の記述) ガラス固化体処分費用と同じ。	1
	地上設備維持補修費		キャニスター・装荷・封入設備、使用済燃料受入・貯蔵設備	42 × 2 年	2,744,430	2,305	設備維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する：3.0% 埋戻材製作設備費の3.0%を単価とする。	2
			その他		総額	2,248	(2サイト分の記述) ・緩衝材製作設備(2):61億円×2 ・埋戻し材製作設備(2):8.1億円×2 ・埋戻材/プラグ等搬送設備(2):10億円×2 ・地上地下連絡設備(2):151億円×2 ・ベントナイトプラグ材製作設備(2):191億円×2 ・キャニスター定置設備(2):107億円×2 ・緩衝材定置設備(2):60億円×2 ・排水処理設備(1)、受変電設備(1)、コンクリート/パッチャープラント設備(1)、地下施設用換気空調設備(1)、非常用電源設備(1)、防火施設(1)、中央管理棟設備(1)、固体廃棄物保管設備(1)、液体廃棄物処理設備(1)、車両整備設備(1)、ベントナイトサイロ(1):(1)合計 535億円×2	1,2 ()に記載
	地下設備維持補修費		坑底施設設備	34 × 2 年	24,426	17	施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する：3.0% 坑底施設設備の3.0%を維持補修費の単価とする。	2
	その他			総額	802	(2サイト分の記述) ・地下施設照明設備(2):6.3億円×2 ・地下施設排水設備(1):395億円×2	1,2 ()に記載	
	ユーティリティ費(電力費)			1 × 2 式	80,365,529	1,607	(1 サイト分の記述) ガラス固化体処分時のユーティリティ費用に、使用済燃料受入・貯蔵施設でのユーティリティ費 (89 億円) を追加。	1,4
	小計					22,472		
解体・閉鎖費	施設解体・閉鎖費	地上施設解体費		1 × 2 式	10,229,909	205	施設解体比率は、ガラス固化体処分の解体費/施設費の比率を用いる。 [解体費=施設費×解体比率]	2
		アクセス坑道	キャニスター搬送用アクセス坑道	4,880 × 2 m	2,641	258	[埋戻費=アクセス坑道埋戻延長距離(m) × 建設単価(円/ m)]	3
			主要坑道	主要坑道埋戻	43,363 × 2 m	1,735	1,505	[埋戻費=主要坑道埋戻延長距離(m) × 建設単価(円/ m)]
		その他		総額	504	(2サイト分の記述) ・アクセス坑道プラグ施工(3):34億円×2 ・主要坑道プラグ施工(3):16億円×2 ・坑底施設埋戻(3):58億円×2 ・立坑埋戻(1)、調査坑道埋戻(1)、埋戻材搬送用立坑内設備運転(1):(1)合計 145億円×2	1,3 ()に記載	
	設備撤去費	廃棄物輸送設備機器類解体撤去、地上設備機器類解体撤去、地下設備機器類解体撤去	1 × 2 式	59,161,890	1,183	[設備撤去費=設備費×撤去比率] 設備撤去比率は、ガラス固化体処分の撤去費/設備費の比率を用いる。	2	
	小計					3,654		
モニタリング費				1 × 2 式	118,972,732	2,379	(1 サイト分の記述) ガラス固化体処分費用と同じ。	1
プロジェクト管理費	実施主体人件費、実施主体運営費等	1 × 2 式	304,356,914	6,087	(1 サイト分の記述) 実施主体関係費用はガラス固化体処分費用と同じ。使用済燃料受入・貯蔵施設に係わる一般管理費 (154 億円) を追加。	1,4		
	固定資産税	1 × 2 式	478,764,573	9,575	(1 サイト分の記述) 施設、設備に課せられる固定資産税+取得用地に課せられる固定資産税 ガラス固化体と同様の算出方法	2		
	保障措置・テロ対策費	1 × 2 式	43,590,000	872	(1 サイト分の記述) 保障措置、テロ対策費として、施設警備のための監視設備 (センサー、カメラ等) や監視作業のための費用を想定。	4		
	小計			16,534				
消費税					4,050		-	
核燃料物質等取扱税				1 × 2 式	380,800,000	7,616	(1 サイト分の記述) 核燃料物質取扱税は、使用済燃料の物量を考慮して設定。総量としては、16,000t分を考慮し、年間では400t分を考慮する。	4

(注) 端数処理の関係で表中の数値と小計が合わない場合がある。

各費用項目の内訳（硬岩ケース 1：縦置き、2 体収納の場合）

費用項目			数量	単価（千円）	金額(億円)	設定根拠等	費用 設定区分
技術開発費	サイト評価技術		1 式	-	26	ガラス固化体処分費用と同じ。	1
	処分技術に係わる技術開発		1 式	-	979	ガラス固化体処分を基本とするが、処分容器の大型化（寸法・重量）・空洞の拡大を考慮し、「緩衝材ブロックの搬送・定置技術」、「キャニスターの落下時健全性評価技術」、「キャニスター搬送・定置技術」、「アクセス坑道における搬送技術」、「一体型緩衝材定置技術」に関する費用を2倍する（合計+465億円）。	1
	処分技術実証		1 式	-	937	ガラス固化体処分を基本とするが、処分技術の研究開発、人工バリアや建設操業に関する処分技術の実証が大規模化することから、「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」、「実証エリアの開鎖」に係わる技術開発費を2倍とする（合計+408億円）。	1
	使用済燃料受入・貯蔵施設に関連する費用		1 式	-	196	「総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト検討小委員会資料集資料1-1再処理施設の操業費用」を参考に、使用済燃料受入・貯蔵に係わる技術開発費を想定。	4
	小計				2,138		
調査費・ 用地取得費	概要調査地区選定調査		1 式	-	360	ガラス固化体処分費用と同じ。	1
	精密調査地区選定調査		1 式	-	996	ガラス固化体処分費用と同じ。	1
	最終処分建設地選定調査	地上詳細調査・地下特性施設での調査等	1 式	-	216	最終処分施設建設地選定段階における地質調査、水理調査、地球化学調査、環境影響調査の各項目については、処分場の大きさに依存すると考えられるので、ガラス固化体処分における面積、断面積と使用済燃料直接処分における面積、断面積との比率を考慮して算出する。 処分場用地面積比（11.5/10.0）（ガラス固化体面積は10.0km ² と仮定）	2
		地下特性調査施設の建設、処分予定地取得等	1 式	-	906	地下特性調査施設での横坑掘削について、処分場用地面積や坑道断面積がガラス固化体処分に比べて拡大することから、ガラス固化体処分での掘削費の2倍とする。 用地取得費もガラス固化体処分の処分場用地面積との比率を考慮して算出する。	
	小計				2,479		
設計費及び 建設費	地上施設	キャニスター・装荷・封入施設	53,888 m ²	54	29	[建設費=施設体積(m ³)×建設単価(円/m ³)]	2
			1 式	-	491	青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設(F施設)と同様のものを想定する。	4
			121,182 m ²	11	13	[建設費=施設体積(m ³)×建設単価(円/m ³)]	2
		その他	総額		465	掘削すり置場(2):287億円 埋戻材製作施設(2):14億円 アクセス坑口施設建屋(2):45億円 ペントナイトブラグ製作施設(2):23億円 敷地造成(1)、受変電施設(1)、資材置場(1)、コンクリートパッチャープラント施設(1)、防消火施設(1)、中央管理施設(1)、固体廃棄物保管施設(1)、液体廃棄物処理施設(1)、車両整備施設(1)、その他外構工事(1):(1)合計 96億円	1,2 ()に記載
					223	[建設費=斜坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3
					17	[建設費=斜坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]	
					103	ガラス固化体処分費用と同じ。	1
					3	[建設費=立坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3
					518	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]	
					65	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]	
	地下施設	主要坑道掘削	42,849 m	1,210	518	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]	
			42,849 m	151	65	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]	
			215,586 m	1,087	2,343	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3
			215,586 m	146	315	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]	
			258,445 m	877	2,267	[建設費=処分孔深さ(m)×建設単価(円/m/本)×キャニスター数(本)]	
			総額		40	坑底施設掘削(3):31億円 掘削すり搬送用立坑内設備運転(1):9億円	1,3 ()に記載
					1,998	中間貯蔵施設より払い出された使用済燃料貯蔵容器を一時保管した後、貯蔵容器より使用済燃料を取り出してプールに貯蔵するために必要な設備を想定。青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設(F施設)と同様とする。	4
		キャニスター・装荷・封入設備	1 式	-	472	使用済燃料をキャニスターに装荷・封入する設備を想定。キャニスターの装荷・検査として94億円、封入・検査として330億円、建屋付帯設備として48億円。	
			1 式	-	196	[設備費=ガラス固化体処分での費用(円)×直接処分物量比] 直接処分物量比=(1,142,352m ³ /479,824m ³)=2.381	2
			総額		2,377	埋戻材製作設備(2):120億円 埋戻材/ブラグ等搬送設備(2):27億円 地上地下連絡設備(2):487億円 ペントナイトブラグ製作設備(2):155億円 排水処理設備(建設/操業用)(1)、受変電設備(1)、コンクリートパッチャープラント設備(1)、地下施設用換気空調設備(1)、非常用電源設備(1)、防消火設備(1)、中央管理機設備(1)、固体廃棄物保管設備(1)、液体廃棄物処理設備(1)、車両整備設備(1)、ペントナイトサイロ(1):(1)合計 1,587億円	1,2 ()に記載
	設備費	緩衝材製作設備	1 式	-	9	主要坑道・処分坑道内設備：坑道延長の変更を考慮して設定する。	2
			215,586 m	7	15		
			8 台	4,429,078	354	[設備費=設備単価(円/台)×必要台数(台)]	4
			総額		2,818	坑底施設内設備(2):43億円 緩衝材定置設備(2):138億円 地下排水設備(1)、アクセス坑道内設備(1):(1)合計 2,637億円	1,2 ()に記載
	その他	設計費			429	インフラ施設(港湾施設、専用道路、排水路)(1)253億円 キャスク(廃棄体)輸送設備(輸送車両等、岸壁クレーン、検査機器等)(1)40億円	1
					15,562		

各費用項目の内訳（硬岩ケース 1：縦置き、2 体収納の場合）

採集費	運転費	キャスク(廃棄体)輸送		1 式	-	70	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
		使用済燃料受入・貯蔵工程		1 式	-	888	青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設（F施設）と同様のものを想定する。「総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト検討小委員会資料集資料1-1再処理施設の操業費用」を参考に、運転に必要となる人件費および廃棄物処理費等を設定。	4	
		キャニスター・装荷・封入工程		40 年	600,110	240	単価=120人×200日/年×25千円/人・日 4本収納はガラス固化体処分を参考に100人。2本収納はこれに設備費の比率を乗じて設定。またガラス固化体処分と同様の廃棄物処理施設運転費を設定。	4	
		キャニスター物品費		34,784 本	16,157	5,620	キャニスター物品費については、ガラス固化体処分のオーバーバックとの重量比とオーバーバック単価を用いてキャニスター単価を設定する。[キャニスター物品費=キャニスター数量(本)×キャニスター単価(円/本)] ガラス固化体処分のオーバーバックとの重量比=4.8	3	
		処分坑道埋戻工程		215,586 m	361	778	[埋戻費=処分坑道埋戻延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3	
		その他		総額		3,343	緩衝材製作(2):346億円 埋戻材製作(2):2026億円 プラグ材製作(2):12億円 搬送工程(2):284億円 キャニスターノ緩衝材定置工程(2):549億円 処分坑道プラグ施工(3):18億円 ボアホールプラグ施工(1)、その他設備運転管理(1):(1)合計 106億円	1, 2, 3 ()に記載	
	施設維持補修費	インフラ施設	インフラ施設維持補修費	1 式	-	114	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
		地上施設維持補修費	使用済燃料受入・貯蔵施設、キャニスター・装荷・封入施設	42 年	260,252	109	年間維持補修費=建設費×施設維持比率0.5% 施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する。	2	
			その他	総額		27	緩衝材製作施設(2):2.7億円 埋戻し材製作施設(2):0.1億円 海水処理施設(2):1.7億円 掘削ずり・埋戻材搬送用坑口施設(2):3.8億円 ベントナイトプラグ製作施設(2):1.5億円 受変電施設(1)、キャニスター・緩衝材搬送用坑口施設(1)、消防火施設(1)、人員・資材搬送用施設(1)、中央管理棟(1)、地下排水処理施設(1)、地下施設用換気空調施設(1)、資材倉庫(1)、支保材置場(1)、コンクリートパッチャープラント施設(1)、固体廃棄物保管施設(1)、液体廃棄物処理施設(1)、車両整備施設(1)、メイントレンチ(1)、サブトレンチ(1)、雨水集水溝(1):(1)合計 17億円	1, 2 ()に記載	
		地下施設維持補修費	坑底施設	60 年	1,940	1	支保工建設単価に0.5%を乗じたものを単価とした。 施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する。	2	
		その他		総額		49	坑道維持費(アクセス坑道)(2):6.5億円 坑道維持費(主要坑道)(2):16億円 処分坑道(点検人工のみ計上)(2):26億円	2	
	設備維持補修費	キャスク輸送設備維持補修費		1 式	-	8	ガラス固化体処分費用と同じ	1	
		地上設備維持補修費	・キャニスター・装荷・封入設備、使用済燃料受入・貯蔵設備	42 年	5,126,188	2,153	設備維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する:3.0% 埋戻材製作設備費の3.0%を単価とする。	2	
			その他	総額		1,589	緩衝材製作設備(2):121億円 埋戻し材製作設備(2):85億円 埋戻材/プラグ等搬送設備(2):20億円 地上地下連絡設備(2):231億円 ベントナイトプラグ材製作設備(2):47億円 キャニスター定置設備(2):218億円 緩衝材定置設備(2):85億円 排水処理設備(1)、受変電設備(1)、コンクリートパッチャープラント設備(1)、地下施設用換気空調設備(1)、非常用電源設備(1)、消防火施設(1)、中央管理棟設備(1)、固体廃棄物保管設備(1)、液体廃棄物処理設備(1)、車両整備設備(1)、ベントナイトサイロ(1):(1)合計 783億円	1, 2 ()に記載	
		地下設備維持補修費	坑底施設設備	30 年	25,294	8	施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する:3.0% 坑底施設設備の3.0%を維持補修費の単価とする。	2	
	その他		総額		1,461	地下施設照明設備(2):4.9億円 地下施設排水設備(1):1,456億円	1, 2 ()に記載		
	ユーティリティ費(電力費)				1 式	-	1,580	ガラス固化体処分のユーティリティ費用に、使用済燃料受入・貯蔵施設でのユーティリティ費(179億円)を追加。	1, 4
	小計						18,037		
解体・閉鎖費	施設解体・閉鎖費	地上施設解体費		1 式	-	191	施設解体比率は、ガラス固化体処分の解体費/施設費の比率を用いる。 [解体費=施設費×解体比率]	2	
		地下施設閉鎖費	アクセス坑道	キャニスター搬送用アクセス坑道	9,542 m	2,158	206	[埋戻費=アクセス坑道埋戻延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3
			主要坑道	主要坑道埋戻	42,255 m	1,336	565	[埋戻費=主要坑道埋戻延長距離(m)×建設単価(円/m)]	
			その他		総額		284	アクセス坑道プラグ施工(3):45億円 主要坑道プラグ施工(3):20億円 坑底施設埋戻(3):43億円 立坑埋戻(1)、調査坑道埋戻(1)、埋戻材搬送用立坑内設備運転(1):(1)合計 176億円		1, 3 ( )に記載
	設備撤去費		廃棄物輸送設備機器類解体撤去、地上設備機器類解体撤去、地下設備機器類解体撤去		1 式	-	1,167	[設備撤去費=設備費×撤去比率] 設備撤去比率は、ガラス固化体処分の撤去費/設備費の比率を用いる。	2
	小計						2,412		
	モニタリング費				1 式	-	1,190	ガラス固化体処分費用と同じ。	1
プロジェクト管理費	実施主体人件費、実施主体運営費等		1 式	-	3,270	実施主体関係費用はガラス固化体処分費用と同じ。使用済燃料受入・貯蔵施設に係わる一般管理費(308億円)を追加。	1, 4		
	固定資産税		1 式	-	5,488	施設、設備に課せられる固定資産税+取得用地に課せられる固定資産税 ガラス固化体と同様の算出方法	2		
	保障措置・テロ対策費		1 式	-	436	保障措置・テロ対策費として、施設警備のための監視設備(センサー、カメラ等)や監視作業のための費用を想定。	4		
	小計						9,194		
	消費税						2,276	-	
核燃料物質等取扱税				1 式	-	7,616	核燃料物質取扱税は、使用済燃料の物量を考慮して設定。総量としては、32,000tU分を考慮し、年間では800tU分を考慮する。	4	

(注)端数処理の関係で表中の数値と小計が合わない場合がある。

各費用項目の内訳（硬岩ケース２：縦置き、２体収納、２サイトの場合）

費用項目			数量	単価（千円）	金額(億円)	設定根拠等	費用 設定区分
技術開発費	サイト評価技術		1 式	-	26	ガラス固化体処分費用と同じ。	1
	処分技術に係わる技術開発		1 式	-	979	ガラス固化体処分を基本とするが、処分容器の大型化（寸法、重量）、空洞の拡大を考慮し、「緩衝材ブロックの搬送・定置技術」、「キャニスターの落下時健全性評価技術」、「キャニスター搬送・定置技術」、「アクセス坑道における搬送技術」、「一体型緩衝材定置技術」に関する費用を２倍する（合計+465億円）。	1
	処分技術実証		1 式	-	930	ガラス固化体処分を基本とするが、処分技術の研究開発、人工バリアや建設現場に関する処分技術の実証が大規模化することから、「人工バリアシステムの性能確認試験」、「建設現場に係わる処分技術の実証」、「実証エリアの開掘」に係わる技術開発費を２倍とする（合計+408億円）。	1
	使用済燃料受入・貯蔵施設に関連する費用		1 式	-	196	「総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト検討小委員会資料集資料1-1再処理施設の作業費用」を参考に、使用済燃料受入・貯蔵に係わる技術開発費を想定。	4
	小計				2,138		
調査費・ 用地取得費	概要調査地区選定調査		1 式	-	360	ガラス固化体処分費用と同じ。	1
	精密調査地区選定調査		1 式	-	996	ガラス固化体処分費用と同じ。	1
	最終処分建設地選定調査	地上詳細調査、地下特性施設での調査等	1 × 2 式	10,802,313	216	(1)サイト分の記述 最終処分施設建設地選定段階における地質調査、水理調査、地球化学調査、環境影響調査の各項目については、処分場の大きさに依存すると考えられるので、ガラス固化体処分における面積、断面積と使用済燃料直接処分における面積、断面積との比率を考慮して算出する。 処分場用地面積比(6.2/10.0)(ガラス固化体面積は10.0km ² と仮定)	2
		地下特性調査施設の建設、処分予定地取得等	1 × 2 式	71,039,835	1,421	(1)サイト分の記述 地下特性調査施設での横坑掘削について、坑道断面積がガラス固化体処分比べて拡大することから、ガラス固化体処分での掘削費の2倍とする。 用地取得費もガラス固化体処分の処分場用地面積との比率を考慮して算出する。	
	小計				2,993		
設計費及び 建設費	地上施設	キャニスター・装荷・封入施設	36,896 × 2 m ²	54	40	[建設費=施設体積(m ³)×建設単価(円/m ³)]	2
		使用済燃料受入・貯蔵施設	1 × 2 式	24,567,650	491	(1)サイト分の記述 青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設(F施設)と同様のものを半分を想定する。	4
		緩衝材製作検査施設	60,591 × 2 m ²	11	13	[建設費=施設体積(m ³)×建設単価(円/m ³)]	2
		その他	総額		645	(2)サイト分の記述 ・掘削すり置場(2):166億円×2 ・埋戻材製作施設(2):8.3億円×2 ・アクセス坑口施設建屋(2):35億円×2 ・ベントナイトプラグ製作施設(2):17億円×2 ・敷地造成(1)、受変電施設(1)、資材置場(1)、コンクリートパッチャープラント施設(1)、防火施設(1)、中央管理施設(1)、固体廃棄物保管施設(1)、液体廃棄物処理施設(1)、車両整備施設(1)、その他構工事(1):(1)合計 96億円×2	1,2 (1)に記載
		斜坑掘削	9,567 × 2 m	2,336	447	[建設費=斜坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]	
	地下施設	斜坑支保	9,567 × 2 m	182	35	[建設費=斜坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3
		立坑掘削	4,000 × 2 m	2,573	206	(2)サイト分の記述 ガラス固化体処分費用の2倍	1
		立坑支保	4,000 × 2 m	75	6	[建設費=立坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3
		主要坑道掘削	34,730 × 2 m	1,210	840	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]	
		主要坑道支保	34,730 × 2 m	151	105	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]	
		処分坑道掘削	109,260 × 2 m	1,087	2,375	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3
		処分坑道支保	109,260 × 2 m	146	320	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]	
		処分孔掘削	129,223 × 2 m	877	2,267	[建設費=処分孔深さ(m)×建設単価(円/m/本)×キャニスター数(本)]	
		その他	総額		81	(2)サイト分の記述 ・坑底施設掘削(3):31億円×2 ・掘削スリ搬送用立坑内設備運搬(1):9億円×2	1,3 (1)に記載
	設備費	使用済燃料受入・貯蔵設備	1 × 2 式	99,890,049	1,998	(1)サイト分の記述 中間貯蔵施設より払い出された使用済燃料貯蔵容器を一時保管した後、貯蔵容器より使用済燃料を取り出してプールに貯蔵するために必要な設備を想定。青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設(F施設)の半分とする。	4
		キャニスター・装荷・封入設備	1 × 2 式	34,007,611	680	(1)サイト分の記述 使用済燃料をキャニスターに装荷・封入する設備を想定。処分数量に比例するものは半額となる。キャニスターの装荷・検査として94億円、封入・検査として198億円、建屋付帯設備として48億円。 キャニスター・装荷設備としてガラス固化体封入設備を参考として、重量・寸法増を考慮して設定機器毎に積み上げた。更新費は、ガラス固化体の初期設備費と更新費の比に基づいて算出した。[建屋付帯設備]に関しては、ガラス固化体封入設備の値を用いた。	
		緩衝材製作設備	1 × 2 式	9,803,351	196	(1)サイト分の記述 [設備費=ガラス固化体処分での費用(円)×直接処分物量比] 直接処分物量比=(571,176m ³ /479,824m ³)= 1.190	2
		その他	総額		4,407	(2)サイト分の記述 ・埋戻材製作設備(2):70億円×2 ・埋戻材/プラグ等搬送設備(2):16億円×2 ・地上地下連絡設備(2):412億円×2 ・ベントナイトプラグ製作設備(2):118億円×2 ・排水処理設備(建設/操業用)(1)、受変電設備(1)、コンクリートパッチャープラント設備(1)、地下施設用換気空調設備(1)、非常用電源設備(1)、防火施設設備(1)、中央管理棟設備(1)、固体廃棄物保管設備(1)、液体廃棄物処理設備(1)、車両整備設備(1)、ベントナイトサイロ(1):(1)合計 1,587億円×2	1,2 (1)に記載
		主要坑道内設備	34,730 × 2 m	20	14	主要坑道・処分坑道内設備：坑道延長の変更を考慮して設定する。	2
		処分坑道内設備	109,260 × 2 m	7	15		
		キャニスター・定置設備	4 × 2 台	4,429,078	354	[設備費=設備単価(円/台)×必要台数(台)]	4
		その他	総額		5,601	(2)サイト分の記述 ・坑底施設内設備(2):25億円×2 ・緩衝材定置設備(2):138億円×2 ・地下排水設備(1)、アクセス坑道内設備(1):(1)合計 2,637億円×2	1,2 (1)に記載
	その他				784	(2)サイト分の記述 ・インフラ施設(港湾施設、専用道路、排水路)(1)506億円 ・キャスク(廃棄体)輸送設備(輸送車両等、岸壁クレーン、検査機器等)(1)52億円	1
		小計			21,920		

各費用項目の内訳（硬岩ケース２：縦置き、２体収納、２サイトの場合）

操業費	運転費		キャスク(廃棄体)輸送		1 × 2 式	3,484,092	70	(1 サイト分の記述) ガラス固化体処分費用の半分とする。	1
			使用消耗料受入・貯蔵工程		1 × 2 式	44,397,370	888	(1 サイト分の記述) 青森県六ヶ所村の再処理施設の使用消耗料受入れ・貯蔵施設 (F施設) と同様 のものを想定する。 「総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト検討 小委員会資料集資料1-1再処理施設の操業費用」を参考に、運転に必要なとなる 人件費および廃棄物処理費等を設定し、その半分を想定する。	4
			キャニスター・装荷・封入工程		40 × 2 年	500,865	401	(1 サイト分の記述) 単価=100人×200日/年×25千円/人・日 4本収納はガラス固化体処分を参考 に100人。またガラス固化体処分と同様の廃棄物処理施設運転費を設定。	4
			キャニスター・物品費		17,392 × 2 本	16,157	5,626	キャニスター・物品費については、ガラス固化体処分のオーバーバックとの重 量比とオーバーバック単価を用いてキャニスター単価を設定する。 [キャニス ター・物品費=キャニスター・数量(本)×キャニスター・単価(円/本)] ガラス固化体処分のオーバーバックとの重量比=4.8	3
			処分坑道埋戻工程		109,260 × 2 m	361	788	[埋戻費=処分坑道埋戻延長距離(m) × 建設単価(円/m)]	3
			その他			総額	3,493	(2サイト分の記述) ・緩衝材製作(2):173億円×2 ・埋戻材製作(2):1027億円×2 ・ブラグ材製作(2):9億円×2 ・搬送工程(2):144億円×2 ・キャニスター / 緩衝材搬送工程(2):275億円×2 ・処分坑道ブラグ施工(3):13億円×2 ・ボアホールブラグ施工(1)、その他設備運転管理(1):(1)合計 106億円×2	1,2,3 ()に記載
	施設維持補修費	インフラ施設	インフラ施設維持補修費		1 × 2 式	11,448,059	226	(1 サイト分の記述) ガラス固化体処分費用と同じ。	1
		地上施設 維持補修費	使用消耗料受入・貯蔵施設、 キャニスター・装荷・封入施設		42 × 2 年	132,818	112	年間維持補修費=建設費×施設維持比率0.5% 施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する。	2
			その他			総額	46	(2サイト分の記述) ・緩衝材製作施設(2):1.4億円×2 ・濁水処理施設(2):1億円×2 ・掘削すり・埋戻材搬送用坑口施設(2):2.2億円×2 ・ベントナイトブラグ製作施設(2):1.1億円×2 ・受変電施設(1)、キャニスター・緩衝材搬送用坑口施設(1)、防火火施設(1)、人員・ 資材搬送用施設(1)、中央管理棟(1)、地下排水処理施設(1)、地下施設用換気空調 施設(1)、資材倉庫(1)、支保材置場(1)、コンクリートバッチャープラント施設(1)、固 体廃棄物保管施設(1)、液体廃棄物処理施設(1)、車両整備施設(1)、メンテナンス (1)、サブレンヂ(1)、雨水集水溝(1):(1)合計 17億円×2	1,2 ()に記載
		地下施設 維持補修費	坑底施設		60 × 2 年	1,940	2	・受変工建設単価に0.5%を乗じたものを単価とした。 施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する。	2
		その他				総額	66	(2サイト分の記述) ・坑道維持費(アクセス坑道)(2):6.5億円×2 ・坑道維持費(主要坑道)(2):13億円×2 ・処分坑道(点検人工のみ計上)(2):13億円×2	2
		設備維持補修費	キャスク輸送設備維持補修費			1 × 2 式	548,232	11	(1 サイト分の記述) ガラス固化体処分費用と同じ。	1
	地上設備 維持補修費		キャニスター・装荷・封入設備、使用消 耗料受入・貯蔵設備		42 × 2 年	2,744,430	2,306	設備維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する:3.0% 埋戻材製作設備費の3.0%を単価とする。	2
			その他			総額	2,637	(2サイト分の記述) ・緩衝材製作設備(2):60億円×2 ・埋戻し材製作設備(2):49億円×2 ・埋戻材/ブラグ等搬送設備(2):12億円×2 ・地上地下連絡設備(2):184億円×2 ・ベントナイトブラグ材製作設備(2):35億円×2 ・キャニスター・搬送設備(2):109億円×2 ・緩衝材搬送設備(2):85億円×2 ・排水処理設備(1)、受変電設備(1)、コンクリートバッチャー・プラント設備(1)、地下施設 用換気空調設備(1)、非常用電源設備(1)、防火火施設(1)、中央管理棟設備(1)、固 体廃棄物保管設備(1)、液体廃棄物処理設備(1)、車両整備設備(1)、ベントナイトサイ ロ(1):(1)合計 783億円×2	1,2 ()に記載
	地下設備 維持補修費		坑底施設設備		30 × 2 年	14,634	9	施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する:3.0% 坑底施設設備の3.0%を維持補修費の単価とする。	2
	その他					総額	2,921	(2サイト分の記述) ・地下施設照明設備(2):4.9億円×2 ・地下施設排水設備(1):1,456億円×2	1,2 ()に記載
	ユーティリティ費(電力費)				1 × 2 式	149,032,623	2,981	(1 サイト分の記述) ガラス固化体処分のユーティリティ費用に、使用消耗料受入・貯蔵施設での ユーティリティ費(89億円)を追加。	1,4
	小計						22,579		
解体・閉鎖費	施設解体・閉鎖費	地上施設解体費		1 × 2 式	10,216,560	204	施設解体比率は、ガラス固化体処分の解体費/施設費の比率を用いる。 [解体費=施設費×解体比率]	2	
		地下施設 閉鎖費	アクセス坑道	キャニスター・搬送用アクセス坑道	9,542 × 2 m	2,158	412	[埋戻費=アクセス坑道埋戻延長距離(m) × 建設単価(円/m)]	3
			主要坑道	主要坑道埋戻	34,280 × 2 m	1,336	916	[埋戻費=主要坑道埋戻延長距離(m) × 建設単価(円/m)]	
		その他				総額	568	(2サイト分の記述) ・アクセス坑道ブラグ施工(3):45億円×2 ・主要坑道ブラグ施工(3):20億円×2 ・坑底施設埋戻(3):43億円×2 ・立坑埋戻(1)、坑底施設埋戻(1)、調査坑道埋戻(1)、埋戻材搬送用立坑内設備運 転(1):(1)合計 176億円×2	1,3 ()に記載
	設備撤去費	廃棄物輸送設備機器類解体撤去、地上設備機器 類解体撤去、地下設備機器類解体撤去		1 × 2 式	75,026,820	1,501	[設備撤去費=設備費×撤去比率] 設備撤去比率は、ガラス固化体処分の撤去費/設備費の比率を用いる。	2	
	小計						3,600		
モニタリング費				1 × 2 式	118,972,732	2,376	(1 サイト分の記述) ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
プロジェクト管理費	実施主体人件費、実施主体運営費等		1 × 2 式	304,356,914	6,087	(1 サイト分の記述) 実施主体関係費用はガラス固化体処分費用と同じ。使用消耗料受入・貯蔵施 設に係わる一般管理費(154億円)を追加。	1,4		
	固定資産税		1 × 2 式	386,893,006	7,738	(1 サイト分の記述) 施設、設備に課せられる固定資産税+取得用地に課せられる固定資産税 ガラス固化体と同様の算出方法	2		
	保障措置・テロ対策費		1 × 2 式	43,590,000	872	(1 サイト分の記述) 保障措置、テロ対策費として、施設警備のための監視設備(センサー、カメ ラ等)や監視作業のための費用を想定。	4		
	小計						14,697		
消費税						3,128		-	
核燃料物質等取扱税				1 × 2 式	380,800,000	7,616	(1 サイト分の記述) 核燃料物質取扱税は、使用消耗料の物量を考慮して設定。総量としては、 16,000t/分を考慮し、年間では400t/分を考慮する。	4	

(注)端数処理の関係で表中の数値と小計が合わない場合がある。

各費用項目の内訳（軟岩補足検討ケース１：横置き、２体収納の場合）

費用項目			数量	単価（千円）	金額(億円)	設定根拠等	費用 設定区分	
技術開発費	サイト評価技術		1 式	-	26	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
	処分技術に係わる技術開発		1 式	-	985	ガラス固化体処分を基本とするが、処分容器の大型化（寸法、重量）・空洞の拡大を考慮し、「軟岩の力学的安定性等に関する検討」、「緩衝材ブロックの搬送・定置技術」、「キャニスターの落下時健全性評価技術」、「キャニスター搬送・定置技術」、「アクセス坑道における搬送技術」、「一体型緩衝材定置技術」に関する費用を2倍する（合計+471億円）。	1	
	処分技術実証		1 式	-	937	ガラス固化体処分を基本とするが、処分技術の研究開発、人工バリアや建設操業に関する処分技術の実証が大規模化することから、「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」、「実証エリアの閉鎖」に係わる技術開発費を2倍とする（合計+408億円）。	1	
	使用済燃料受入・貯蔵施設に関連する費用		1 式	-	196	「総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト検討小委員会資料集資料-1再処理施設の操業費用」を参考に、使用済燃料受入・貯蔵に係わる技術開発費を想定。	4	
	小計				2,143			
調査費・ 用地取得費	概要調査地区選定調査		1 式	-	313	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
	精密調査地区選定調査		1 式	-	852	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
	最終処分建設地選定調査	地上詳細調査、地下特性施設での調査等	1 式	-	113	最終処分施設建設地選定段階における地質調査、水理調査、地球化学調査、環境影響調査の各項目については、処分場の大きさに依存すると考えられるので、ガラス固化体処分における面積、断面積と使用済燃料直接処分における面積、断面積との比率を考慮して算出する。 処分場用地面積比（9.1/10.0）（ガラス固化体面積は10.0km ² と仮定）	2	
		地下特性調査施設の建設、処分予定地取得等	1 式	-	718	地下特性調査施設での横坑掘削について、処分場用地面積や坑道断面積がガラス固化体処分に比べて拡大することから、ガラス固化体処分での掘削費の2倍とする。 用地取得費もガラス固化体処分の処分場用地面積との比率を考慮して算出する。		
	小計				1,996			
地上施設	キャニスター・装荷・封入施設		53,888 m ²	54	29	[建設費=施設体積(m ³)×建設単価(円/m ³)]	2	
	使用済燃料受入・貯蔵施設		1 式	-	491	青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設（F施設）と同様のものを想定する。	4	
	緩衝材製作検査施設		125,638 m ²	11	13	[建設費=施設体積(m ³)×建設単価(円/m ³)]	2	
	その他	総額	215	・掘削ずり置場(2):81億円 ・埋戻材製作施設(2):0.9億円 ・アクセス坑口施設建屋(2):25億円 ・ベントナイトプラグ製作施設(2):12億円 ・敷地造成(1)、受変電施設(1)、資材置場(1)、コンクリートパッチャープラント施設(1)、防消火施設(1)、中央管理施設(1)、固体廃棄物保管施設(1)、液体廃棄物処理施設(1)、車両整備施設(1)、その他外構工事(1):(1)合計 96億円		1, 2 ()に記載		
	地下施設	斜坑掘削		4,975 m	2,385	119	[建設費=斜坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3
		斜坑支保		4,975 m	1,928	96	[建設費=斜坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]	
		立坑掘削		2,080 m	3,689	77	ガラス固化体処分費用と同じ。	1
		立坑支保		2,080 m	172	4	[建設費=立坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3
		主要坑道掘削		44,369 m	2,192	973	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3
		主要坑道支保		44,369 m	1,172	520	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]	
		処分坑道掘削		253,491 m	215	545	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]	
		処分坑道支保		253,491 m	341	865	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]	
その他			総額	61	・坑底施設掘削(3):49億円 ・掘削スリ搬送用立坑内設備運転(1):12億円	1, 3 ()に記載		
設計費及び建設費	地上設備	使用済燃料受入・貯蔵設備	1 式	-	1,998	中間貯蔵施設より払い出された使用済燃料貯蔵容器を一時保管した後、貯蔵容器より使用済燃料を取り出してプールに貯蔵するために必要な設備を想定。青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設（F施設）と同様とする。	4	
		キャニスター・装荷・封入設備	1 式	-	472	使用済燃料をキャニスターに装荷・封入する設備を想定。キャニスターの装荷・検査として94億円、封入・検査として330億円、建屋付帯設備として48億円。 キャニスター・装荷設備としてガラス固化体封入設備を参考として、重量・寸法増を考慮して設定機器毎に積み上げた。更新費は、ガラス固化体の初期設備費と更新費の比に基づいて算出した。【建屋付帯設備】に関しては、ガラス固化体封入設備の値を用いた。		
		緩衝材製作設備	1 式	-	203	[設備費=ガラス固化体処分での費用(円)×直接処分物量比] 直接処分物量比=(1,135,982m ³ /479,824m ³)=2.367	2	
		その他	総額	1,686	・埋戻材製作設備(2):1.8億円 ・埋戻材/プラグ等搬送設備(2):2.2億円 ・地上地下連絡設備(2):406億円 ・ベントナイトプラグ製作設備(2):268億円 ・排水処理設備(建設/操業用)(1)、受変電設備(1)、コンクリートパッチャープラント設備(1)、地下施設用換気空調設備(1)、非常用電源設備(1)、防消火設備(1)、中央管理棟設備(1)、固体廃棄物保管設備(1)、液体廃棄物処理設備(1)、車両整備設備(1)、ベントナイトサイロ(1):(1)合計 1,007億円	1, 2 ()に記載		
	地下設備	主要坑道内設備	44,369 m	17	7	主要坑道・処分坑道内設備：坑道延長の変更を考慮して設定する。	2	
		処分坑道内設備	253,491 m	6	15			
		キャニスター・定置設備	8 台	11,607,946	929			[設備費=設備単価(円/台)×必要台数(台)]
		その他	総額	1,403	・坑底施設内設備(2):11億円 ・緩衝材定置設備(2):657億円 ・地下排水設備(1)、アクセス坑道内設備(1):(1)合計 735億円 ・設計費(1)136億円			
	その他				429	・インフラ施設(港湾施設、専用道路、排水路)(1)253億円 ・キャスク(廃棄体)輸送設備(輸送車両等、岸壁クレーン、検査機器等)(1)40億円	1	
	小計				11,149			

各費用項目の内訳（軟岩補足検討ケース１：横置き、２体収納の場合）

操業費	運転費	キャスク(廃棄体)輸送		1 式	-	70	ガラス固化体処分費用と同じ。	1
		使用済燃料受入・貯蔵工程		1 式	-	888	青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設(F施設)と同様のものを想定する。「総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト検討小委員会資料集資料1-1再処理施設の操業費用」を参考に、運転に必要なとなる人件費および廃棄物処理費等を設定。	4
		キャニスター・装荷・封入工程		40 年	600,110	240	単価=120人×200日/年×25千円/人・日 4本収納はガラス固化体処分を参考に100人。2本収納はこれに設備費の比率を乗じて設定。またガラス固化体処分と同様の廃棄物処理施設運転費を設定。	4
		キャニスター物品費		34,784 本	15,767	5,485	キャニスター物品費については、ガラス固化体処分のオーバーバックとの重量比とオーバーバック単価を用いてキャニスター単価を設定する。[キャニスター物品費=キャニスター数量(本)×キャニスター単価(円/本)] ガラス固化体処分のオーバーバックとの重量比=4.8	3
		その他			総額	1,227	・プラグ材製作(2):35億円 ・搬送工程(2):115億円 ・キャニスターノ緩衝材定置工程(2):559億円 ・処分坑道プラグ施工(3):12億円 ・ボアホールプラグ施工(1)、その他設備運転管理(1):(1)合計 105億円	1,2,3 ()に記載
	施設維持補修費	インフラ施設	インフラ施設維持補修費	1 式	-	114	ガラス固化体処分費用と同じ。	1
		地上施設 維持補修費	使用済燃料受入・貯蔵施設、キャニスター・装荷・封入施設	42 年	260,252	109	年間維持補修費=建設費×施設維持比率0.5% 施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する。	2
			その他		総額	22	・緩衝材製作施設(2):2.8億円 ・埋戻し材製作施設(2):0.1億円 ・掘削すり・埋戻材搬送用坑口施設(2):0.7億円 ・ベントナイトプラグ製作施設(2):1.9億円 ・受変電施設(1)、キャニスター・緩衝材搬送用坑口施設(1)、防火火施設(1)、人員・資材搬送用施設(1)、中央管理棟(1)、地下排水処理施設(1)、地下施設用換気空調施設(1)、資材倉庫(1)、支保材置場(1)、コンクリートパッチャープラント施設(1)、固体廃棄物保管施設(1)、液体廃棄物処理施設(1)、車両整備施設(1)、メインレンヂ(1)、サブレンヂ(1)、雨水集水溝(1):(1)合計 17億円	1,2 ()に記載
			地下施設 維持補修費	坑底施設	60 年	16,160	10	支保工建設単価に0.5%を乗じたものを単価とした。 施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する。	2
		その他			総額	237	・坑道維持費(アクセス坑道)(2):43億円 ・坑道維持費(主要坑道)(2):130億円 ・処分坑道(点検人工のみ計上)(2):62億円 ・地下特性施設横坑(1):2億円	2
	設備維持補修費	キャスク輸送設備維持補修費		1 式	-	8	ガラス固化体処分費用と同じ。	1
		地上設備 維持補修費	キャニスター・装荷・封入設備、使用済燃料受入・貯蔵設備	42 年	5,126,188	2,153	設備維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する:3.0% 埋戻材製作設備費の3.0%を単価とする。	2
			その他		総額	1,999	・緩衝材製作設備(2):125億円 ・埋戻し材製作設備(2):1.3億円 ・埋戻材/プラグ等搬送設備(2):1.6億円 ・地上地下連絡設備(2):197億円 ・ベントナイトプラグ材製作設備(2):163億円 ・キャニスター定置設備(2):571億円 ・緩衝材定置設備(2):404億円 ・排水処理設備(1)、受変電設備(1)、コンクリートパッチャープラント設備(1)、地下施設用換気空調設備(1)、非常用電源設備(1)、防火火施設(1)、中央管理棟設備(1)、固体廃棄物保管設備(1)、液体廃棄物処理設備(1)、車両整備設備(1)、ベントナイトサイロ(1):(1)合計 535億円	1,2 ()に記載
			地下設備 維持補修費	坑底施設設備	34 年	6,428	2	施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する:3.0% 坑底施設設備の3.0%を維持補修費の単価とする。	2
		その他			総額	401	・地下施設照明設備(2):6.3億円 ・地下施設排水設備(1):395億円	1,2 ()に記載
	ユーティリティー費(電力費)		1 式	-	893	ガラス固化体処分のユーティリティー費用に、使用済燃料受入・貯蔵施設でのユーティリティー費(179億円)を追加。	1,4	
	小計						13,858	
解体・閉鎖費	施設解体・閉鎖費	地上施設解体費	1 式	-	190	施設解体比率は、ガラス固化体処分の解体費/施設費の比率を用いる。 [解体費=施設費×解体比率]	2	
			アクセス坑道	キャニスター搬送用アクセス坑道	4,880 m	2,641	129	[埋戻費=アクセス坑道埋戻延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3
		主要坑道	主要坑道埋戻	43,537 m	969	422	[埋戻費=主要坑道埋戻延長距離(m)×建設単価(円/m)]	
		地下施設閉鎖費	その他		総額	219	・アクセス坑道プラグ施工(3):34億円 ・主要坑道プラグ施工(3):8.8億円 ・坑底施設埋戻(3):32億円 ・立坑埋戻(1)、調査坑道埋戻(1)、埋戻材搬送用立坑内設備運転(1):(1)合計 145億円	1,3 ()に記載
			設備撤去費	廃棄物輸送設備機器類解体撤去、地上設備機器類解体撤去、地下設備機器類解体撤去	1 式	-	1,057	[設備撤去費=設備費×撤去比率] 設備撤去比率は、ガラス固化体処分の撤去費/設備費の比率を用いる。	2
	小計						2,017	
モニタリング費				1 式	-	1,190	ガラス固化体処分費用と同じ。	1
プロジェクト管理費	実施主体人件費、実施主体運営費等			1 式	-	3,270	実施主体関係費用はガラス固化体処分費用と同じ。使用済燃料受入・貯蔵施設に係わる一般管理費(308億円)を追加。	1,4
	固定資産税			1 式	-	3,023	施設、設備に課せられる固定資産税・取得用地に課せられる固定資産税 ガラス固化体と同様の算出方法	2
	保障措置・テロ対策費			1 式	-	436	保障措置・テロ対策費として、施設警備のための監視設備(センサー、カメラ等)や監視作業のための費用を想定。	4
	小計						6,729	
	消費税					1,803		-
核燃料物質等取扱税				1 式	-	7,616	核燃料物質取扱税は、使用済燃料の物量を考慮して設定。総量としては、32,000tuf分を考慮し、年間では800tuf分を考慮する。	4

(注) 端数処理の関係で表中の数値と小計が合わない場合がある。

各費用項目の内訳（軟岩補足検討ケース２：横置き、４体収納の場合）

費用項目			数量	単価（千円）	金額(億円)	設定根拠等	費用 設定区分	
技術開発費	サイト評価技術		1 式	-	26	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
	処分技術に係わる技術開発		1 式	-	985	ガラス固化体処分を基本とするが、処分容器の大型化（寸法、重量）・空洞の拡大を考慮し、「軟岩の力学的安定性等に関する検討」、「緩衝材ブロックの搬送・定置技術」、「キャニスターの落下時健全性評価技術」、「キャニスター搬送・定置技術」、「アクセス坑道における搬送技術」、「一体型緩衝材定置技術」に関する費用を2倍する（合計+471億円）。	1	
	処分技術実証		1 式	-	937	ガラス固化体処分を基本とするが、処分技術の研究開発、人工バリアや建設操業に関する処分技術の実証が大規模化することから、「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」、「実証エリアの閉鎖」に係わる技術開発費を2倍とする（合計+408億円）。	1	
	使用済燃料受入・貯蔵施設に関連する費用		1 式	-	196	「総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト検討小委員会資料集資料-1再処理施設の操業費用」を参考に、使用済燃料受入・貯蔵に係わる技術開発費を想定。	4	
	小計				2,143			
調査費・ 用地取得費	概要調査地区選定調査		1 式	-	313	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
	精密調査地区選定調査		1 式	-	852	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
	最終処分建設地選定調査	地上詳細調査、地下特性施設での調査等	1 式	-	175	最終処分施設建設地選定段階における地質調査、水理調査、地球化学調査、環境影響調査の各項目については、処分場の大きさに依存すると考えられるので、ガラス固化体処分における面積、断面積と使用済燃料直接処分における面積、断面積との比率を考慮して算出する。 処分場用地面積比（14.0/10.0）（ガラス固化体面積は10.0km ² と仮定）	2	
		地下特性調査施設の建設、処分予定地取得等	1 式	-	899	地下特性調査施設での横坑掘削について、処分場用地面積や坑道断面積がガラス固化体処分に比べて拡大することから、ガラス固化体処分での掘削費の2倍とする。 用地取得費もガラス固化体処分の処分場用地面積との比率を考慮して算出する。		
	小計				2,240			
設計費及び建設費	地上施設	キャニスター・装荷・封入施設	36,896 m ²	54	20	[建設費=施設体積(m ³)×建設単価(円/m ³)]	2	
		使用済燃料受入・貯蔵施設	1 式	-	491	青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設（F施設）と同様のものを想定する。	4	
		緩衝材製作検査施設	106,253 m ²	11	11	[建設費=施設体積(m ³)×建設単価(円/m ³)]	2	
		その他		総額	211	・掘削すり置場(2):80億円 ・埋戻材製作施設(2):1億円 ・アクセス坑口施設建屋(2):25億円 ・ベントナイトプラグ製作施設(2):8億円 ・敷地造成(1)、受変電施設(1)、資材置場(1)、コンクリートパッチャープラント施設(1)、防消火施設(1)、中央管理施設(1)、固体廃棄物保管施設(1)、液体廃棄物処理施設(1)、車両整備施設(1)、その他外構工事(1):(1)合計 96億円	1, 2 ()に記載	
	地下施設	斜坑掘削	4,975 m	2,385	119	[建設費=斜坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3	
		斜坑支保	4,975 m	1,928	96	[建設費=斜坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]		
		立坑掘削	2,080 m	3,689	77	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
		立坑支保	2,080 m	172	4	[建設費=立坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3	
		主要坑道掘削	51,213 m	2,243	1,149	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3	
		主要坑道支保	51,213 m	1,172	600	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]		
		処分坑道掘削	179,664 m	247	444	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]		
		処分坑道支保	179,664 m	368	660	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]		
		その他		総額	61	・坑底施設掘削(3):49億円 ・掘削スリ搬送用立坑内設備運転(1):12億円	1, 3 ()に記載	
	設備費	地上設備	使用済燃料受入・貯蔵設備	1 式	-	1,998	中間貯蔵施設より払い出された使用済燃料貯蔵容器を一時保管した後、貯蔵容器より使用済燃料を取り出してプールに貯蔵するために必要な設備を想定。青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設（F施設）と同様とする。	4
			キャニスター・装荷・封入設備	1 式	-	383	使用済燃料をキャニスターに装荷・封入する設備を想定。キャニスターの装荷・検査として94億円、封入・検査として240億円、建屋付帯設備として48億円。 キャニスター・装荷設備としてガラス固化体封入設備を参考として、重量・寸法増を考慮して設定機器毎に積み上げた。更新費は、ガラス固化体の初期設備費と更新費の比に基づいて算出した。[建屋付帯設備]に関しては、ガラス固化体封入設備の値を用いた。	
			緩衝材製作設備	1 式	-	172	[設備費=ガラス固化体処分での費用(円)×直接処分物量比] 直接処分物量比=(960,708m ³ /479,824m ³)=2.326	2
		その他	総額	1,519		・埋戻材製作設備(2):2億円 ・埋戻材/プラグ等搬送設備(2):2.5億円 ・地上地下連絡設備(2):332億円 ・ベントナイトプラグ製作設備(2):175億円 ・排水処理設備(建設/操業用)(1)、受変電設備(1)、コンクリートパッチャープラント設備(1)、地下施設用換気空調設備(1)、非常用電源設備(1)、防消火設備(1)、中央管理棟設備(1)、固体廃棄物保管設備(1)、液体廃棄物処理設備(1)、車両整備設備(1)、ベントナイトサイロ(1):(1)合計 1,007億円	1, 2 ()に記載	
		地下設備	主要坑道内設備	51,213 m	17	9	主要坑道・処分坑道内設備：坑道延長の変更を考慮して設定する。	2
			処分坑道内設備	179,664 m	6	10		
			キャニスター・定置設備	4 台	16,369,876	655			[設備費=設備単価(円/台)×必要台数(台)]
		その他		総額	1,302	・坑底施設内設備(2):11億円 ・緩衝材定置設備(2):556億円 ・地下排水設備(1)、アクセス坑道内設備(1):(1)合計 735億円 ・設計費(1)136億円	1, 2 ()に記載	
	その他				429	・インフラ施設(港湾施設、専用道路、排水路)(1)253億円 ・キャスク(廃棄体)輸送設備(輸送車両等、岸壁クレーン、検査機器等)(1)40億円	1	
	小計				10,418			

各費用項目の内訳（軟岩補足検討ケース2：横置き、4体収納の場合）

操業費	運転費	キャスク(廃棄体)輸送		1 式	-	70	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
		使用済燃料受入・貯蔵工程		1 式	-	888	青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設（F施設）と同様のものを想定する。「総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト検討小委員会資料集資料1-1再処理施設の操業費用」を参考に、運転に必要となる人件費および廃棄物処理費等を設定。	4	
		キャニスター・装荷・封入工程		40 年	500,865	200	単価=100人×200日/年×25千円/人・日 4本収納はガラス固化体処分を参考に100人。2本収納はこれに設備費の比率を乗じて設定。またガラス固化体処分と同様の廃棄物処理施設運転費を設定。	4	
		キャニスター・物品費		17,392 本	22,337	3,885	キャニスター・物品費については、ガラス固化体処分のオーバーバックとの重量比とオーバーバック単価を用いてキャニスター単価を設定する。[キャニスター・物品費=キャニスター数量(本)×キャニスター単価(円/本)] ガラス固化体処分のオーバーバックとの重量比=6.8	3	
		その他		総額		910	・緩衝材製作(2):340億円 ・プラグ材製作(2):23億円 ・搬送工程(2):66億円 ・キャニスターノ緩衝材定置工程(2):369億円 ・処分坑道プラグ施工(3):7.3億円 ・ボアホールプラグ施工(1)、その他設備運転管理(1):(1)合計 105億円	1,2,3 ()に記載	
	施設維持補修費	インフラ施設	インフラ施設維持補修費	1 式	-	114	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
		地上施設維持補修費	使用済燃料受入・貯蔵施設、キャニスター・装荷・封入施設	42 年	255,656	107	年間維持補修費=建設費×施設維持比率0.5% 施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する。	2	
			その他	総額		21	・緩衝材製作施設(2):2.4億円 ・埋戻し材製作施設(2):0.1億円 ・掘削すり・埋戻材搬送用坑口施設(2):0.7億円 ・ベントナイトプラグ製作施設(2):1.2億円 ・受変電施設(1)、キャニスター・緩衝材搬送用坑口施設(1)、防火施設(1)、人員・資材搬送用施設(1)、中央管理棟(1)、地下排水処理施設(1)、地下施設用換気空調施設(1)、資材倉庫(1)、支保材置場(1)、コンクリートパッチャープラント施設(1)、固体廃棄物保管施設(1)、液体廃棄物処理施設(1)、車両整備施設(1)、メンテナンス(1)、サブレンヂ(1)、雨水集水溝(1):(1)合計 17億円	1,2 ()に記載	
		地下施設維持補修費	坑底施設	60 年	16,160	10	支保工建設単価に0.5%を乗じたものを単価とした。 施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する。	2	
		その他	総額		242	・坑道維持費(アクセス坑道)(2):43億円 ・坑道維持費(主要坑道)(2):150億円 ・処分坑道(点検人工のみ計上)(2):47億円 ・地下特性施設構坑(1):2億円	2		
	設備維持補修費	キャスク輸送設備維持補修費		1 式	-	8	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
		地上設備維持補修費	キャニスター・装荷・封入設備、使用済燃料受入・貯蔵設備	42 年	5,015,017	2,106	設備維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する：3.0% 埋戻材製作設備費の3.0%を単価とする。	2	
			その他	総額		1,647	・緩衝材製作設備(2):106億円 ・埋戻し材製作設備(2):1.5億円 ・埋戻材/プラグ等搬送設備(2):1.8億円 ・地上地下連絡設備(2):152億円 ・ベントナイトプラグ材製作設備(2):107億円 ・キャニスター定置設備(2):403億円 ・緩衝材定置設備(2):342億円 ・排水処理設備(1)、受変電設備(1)、コンクリートパッチャー・プラント設備(1)、地下施設用換気空調設備(1)、非常用電源設備(1)、防火施設設備(1)、中央管理棟設備(1)、固体廃棄物保管設備(1)、液体廃棄物処理設備(1)、車両整備設備(1)、ベントナイトサイロ(1):(1)合計 535億円	1,2 ()に記載	
		地下設備維持補修費	坑底施設設備	34 年	6,372	2	施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する：3.0% 坑底施設設備の3.0%を維持補修費の単価とする。	2	
		その他	総額		401	・地下施設照明設備(2):6.3億円 ・地下施設排水設備(1):395億円	1,2 ()に記載		
	ユーティリティ費（電力費）			1 式	-	893	ガラス固化体処分のユーティリティ費用に、使用済燃料受入・貯蔵施設でのユーティリティ費（179億円）を追加。	1,4	
	小計					11,505			
解体・閉鎖費	施設解体・閉鎖費	地上施設解体費	1 式	-	185	施設解体比率は、ガラス固化体処分の解体費/施設費の比率を用いる。 [解体費=施設費×解体比率]	2		
		地下施設閉鎖費	アクセス坑道	キャニスター搬送用アクセス坑道	4,880 m	2,641	129	[埋戻費=アクセス坑道埋戻延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3
			主要坑道	主要坑道埋戻	50,669 m	969	491	[埋戻費=主要坑道埋戻延長距離(m)×建設単価(円/m)]	
			その他	総額		219	・アクセス坑道プラグ施工(3):34億円 ・主要坑道 プラグ施工(3):9億円 ・坑底施設埋戻(3):32億円 ・立坑埋戻(1)、調査坑道埋戻(1)、埋戻材搬送用立坑内設備運転(1):(1)合計 145 億円	1,3 ()に記載	
	設備撤去費	廃棄物輸送設備機器類解体撤去、地上設備機器類解体撤去、地下設備機器類解体撤去	1 式	-	1,014	[設備撤去費=設備費×撤去比率] 設備撤去比率は、ガラス固化体処分の撤去費/設備費の比率を用いる。	2		
	小計					2,038			
モニタリング費			1 式	-	1,190	ガラス固化体処分費用と同じ。	1		
プロジェクト管理費	実施主体人件費、実施主体運営費等		1 式	-	3,270	実施主体関係費用はガラス固化体処分費用と同じ。使用済燃料受入・貯蔵施設に係わる一般管理費（308億円）を追加。	1,4		
	固定資産税		1 式	-	3,451	施設、設備に課せられる固定資産税+取得用地に課せられる固定資産税 ガラス固化体と同様の算出方法	2		
	保障措置・テロ対策費		1 式	-	436	保障措置・テロ対策費として、施設警備のための監視設備（センサー、カメラ等）や監視作業のための費用を想定。	4		
	小計				7,158				
	消費税					1,662		-	
核燃料物質等取扱税			1 式	-	7,616	核燃料物質取扱税は、使用済燃料の物量を考慮して設定。総量としては、32,000tlfを考慮し、年間では800tlfを考慮する。	4		

(注) 端数処理の関係で表中の数値と小計が合わない場合がある。

各費用項目の内訳（硬岩補足検討ケース１：横置き、２体収納の場合）

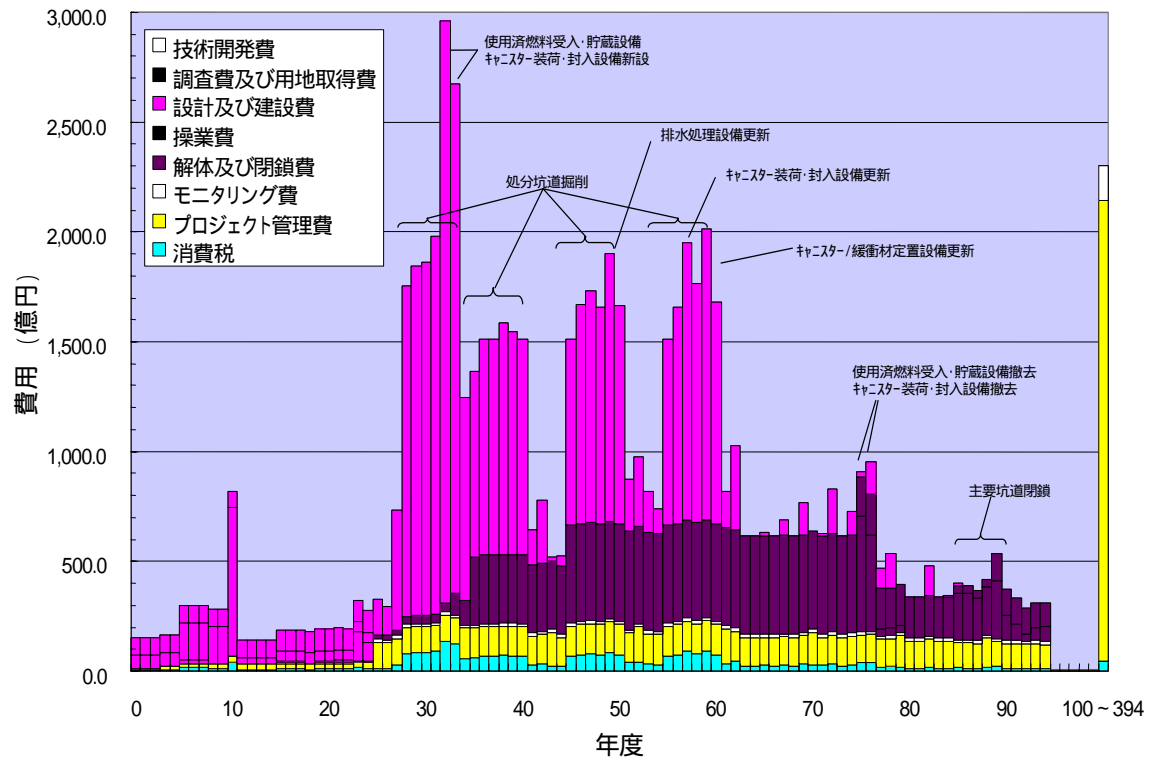
費用項目			数量	単価（千円）	金額(億円)	設定根拠等	費用 設定区分		
技術開発費	サイト評価技術		1 式	-	26	ガラス固化体処分費用と同じ。	1		
	処分技術に係わる技術開発		1 式	-	979	ガラス固化体処分を基本とするが、処分容器の大型化（寸法・重量）・空洞の拡大を考慮し、「緩衝材ブロックの搬送・定置技術」、「キャニスターの落下時健全性評価技術」、「キャニスター搬送・定置技術」、「アクセス坑道における搬送技術」、「一体型緩衝材定置技術」に関する費用を2倍する（合計+465億円）。	1		
	処分技術実証		1 式	-	937	ガラス固化体処分を基本とするが、処分技術の研究開発、人工バリアや建設作業に関する処分技術の実証が大規模化することから、「人工バリアシステムの性能確認試験」「建設作業に係わる処分技術の実証」、「実証エリアの開鎖」に係わる技術開発費を2倍とする（合計+408億円）。	1		
	使用済燃料受入・貯蔵施設に関連する費用		1 式	-	196	「総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト検討小委員会資料集資料1-1再処理施設の操業費用」を参考に、使用済燃料受入・貯蔵に係わる技術開発費を想定。	4		
	小計				2,138				
調査費・ 用地取得費	概要調査地区選定調査		1 式	-	360	ガラス固化体処分費用と同じ。	1		
	精密調査地区選定調査		1 式	-	996	ガラス固化体処分費用と同じ。	1		
	最終処分建設地選定調査	地上詳細調査、地下特性施設での調査等	1 式	-	198	最終処分施設建設地選定段階における地質調査、水理調査、地球化学調査、環境影響調査の各項目については、処分場の大きさに依存すると考えられるので、ガラス固化体処分における面積、断面積と使用済燃料直接処分における面積、断面積との比率を考慮して算出する。 処分場用地面積比（11.1/10.0）（ガラス固化体面積は10.0km ² と仮定）	2		
		地下特性調査施設の建設、処分予定地取得等	1 式	-	892	地下特性調査施設での横坑掘削について、処分場用地面積や坑道断面積がガラス固化体処分に比べて拡大することから、ガラス固化体処分での掘削費の2倍とする。 用地取得費もガラス固化体処分の処分場用地面積との比率を考慮して算出する。			
小計				2,446					
設計費及び 建設費	地上施設	キャニスター・装荷・封入施設		53,888 m ²	54	29	[建設費=施設体積(m ³)×建設単価(円/m ³)]	2	
		使用済燃料受入・貯蔵施設		1 式	-	491	青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設（F施設）と同様のものを想定する。	4	
		緩衝材製作検査施設		119,751 m ²	11	13	[建設費=施設体積(m ³)×建設単価(円/m ³)]	2	
		その他	総額		205	・掘削すり置場(2):65億円 ・埋戻材製作施設(2):2.1億円 ・アクセス坑口施設建屋(2):27億円 ・ベントナイトブラグ製作施設(2):15億円 ・敷地造成(1)、受変電施設(1)、資材置場(1)、コンクリートパッチャープラント施設(1)、防火施設(1)、中央管理施設(1)、固体廃棄物保管施設(1)、液体廃棄物処理施設(1)、車両整備施設(1)、その他外構工事(1):(1)合計 96億円		1, 2 ()に記載	
	地下施設	斜坑掘削		9,567 m	2,336	223	[建設費=斜坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3	
		斜坑支保		9,567 m	182	17	[建設費=斜坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]		
		立坑掘削		4,000 m	2,573	103	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
		立坑支保		4,000 m	75	3	[建設費=立坑延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3	
		主要坑道掘削		42,954 m	695	299	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3	
		主要坑道支保		42,954 m	107	46	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]		
		処分坑道掘削		251,700 m	194	488	[建設費=坑道延長距離(m)×建設単価(円/m)]		
		その他		総額		28	・坑底施設掘削(3):19億円 ・掘削スリ搬送用立坑内設備運搬(1):9億円		1, 3 ()に記載
	設備費	地上設備	使用済燃料受入・貯蔵設備		1 式	-	1,998	中間貯蔵施設より払い出された使用済燃料貯蔵容器を一時保管した後、貯蔵容器より使用済燃料を取り出してプールに貯蔵するために必要な設備を想定。青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設（F施設）と同様とする。	4
			キャニスター・装荷・封入設備		1 式	-	472	使用済燃料をキャニスターに装荷・封入する設備を想定。キャニスターの装荷・検査として94億円、封入・検査として330億円、建屋付帯設備として48億円。 キャニスター・装荷設備としてガラス固化体封入設備を参考として、重量・寸法増を考慮して設定機器等に積み上げた。更新費は、ガラス固化体の初期設備費と更新費の比に基づいて算出した。[建屋付帯設備]に関しては、ガラス固化体封入設備の値を用いた。	
			緩衝材製作設備		1 式	-	194	[設備費=ガラス固化体処分での費用(円)×直接処分物量比] 直接処分物量比=（1,128,866m ³ /479,824m ³ = 2.353		2
			その他	総額		2,199	・埋戻材製作設備(2):18億円 ・埋戻材/ブラグ等搬送設備(2):4億円 ・地上地下連絡設備(2):487億円 ・ベントナイトブラグ製作設備(2):103億円 ・排水処理設備(建設/操業用)(1)、受変電設備(1)、コンクリートパッチャープラント設備(1)、地下施設用換気空調設備(1)、非常用電源設備(1)、防火火設備(1)、中央管理棟設備(1)、固体廃棄物保管設備(1)、液体廃棄物処理設備(1)、車両整備設備(1)、ベントナイトサイロ(1):(1)合計 1,587億円		1, 2 ()に記載
		地下設備	主要坑道内設備		42,954 m	20	9	主要坑道・処分坑道内設備：坑道延長の変更を考慮して設定する。	2
			処分坑道内設備		251,700 m	7	18		
			キャニスター・定置設備		8 台	11,821,908	946			[設備費=設備単価(円/台)×必要台数(台)]	4
	その他		総額		3,274	・坑底施設内設備(2):10億円 ・緩衝材定置設備(2):626億円 ・地下排水設備(1)、アクセス坑道内設備(1):(1)合計 2,637億円		1, 2 ()に記載	
	その他					429	・設計費(1)136億円 ・インフラ施設(港湾施設、専用道路、排水路)(1)253億円 ・キャスク(廃棄体)輸送設備(輸送車両等、岸壁クレーン、検査機器等)(1)40億円	1	
小計					11,483				

各費用項目の内訳（硬岩補足検討ケース１：横置き、２体収納の場合）

操業費	運転費	キャスク(廃棄体)輸送		1 式	-	70	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
		使用済燃料受入・貯蔵工程		1 式	-	888	青森県六ヶ所村の再処理施設の使用済燃料受入れ・貯蔵施設（F施設）と同様のものを想定する。「総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト検討小委員会資料集資料1-1再処理施設の操業費用」を参考に、運転に必要な人件費および廃棄物処理費等を設定。	4	
		キャニスター・装荷・封入工程		40 年	600,110	240	単価=120人×200日/年×25千円/人・日 4本収納はガラス固化体処分を参考に100人。2本収納はこれに設備費の比率を乗じて設定。またガラス固化体処分と同様の廃棄物処理施設運転費を設定。	4	
		キャニスター物品費		34,784 本	16,157	5,620	キャニスター物品費については、ガラス固化体処分のオーバーバックとの重量比とオーバーバック単価を用いてキャニスター単価を設定する。[キャニスター物品費=キャニスター数量(本)×キャニスター単価(円/本)] ガラス固化体処分のオーバーバックとの重量比=4.8	3	
		その他		総額		1,127	・緩衝材製作(2):342億円 ・プラグ材製作(2):7.9億円 ・搬送工程(2):112億円 ・キャニスターノ緩衝材定置工程(2):546億円 ・処分坑道プラグ施工(3):13億円 ・ボアホールプラグ施工(1)、その他設備運転管理(1):(1)合計 106億円	1,2,3 ()に記載	
	施設維持補修費	インフラ施設	インフラ施設維持補修費	1 式	-	114	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
		地上施設維持補修費	使用済燃料受入・貯蔵施設、キャニスター・装荷・封入施設	42 年	260,252	109	年間維持補修費=建設費×施設維持比率0.5% 施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する。	2	
			その他	総額		22	・緩衝材製作施設(2):2.7億円 ・濁水処理施設(2):0.5億円 ・掘削ずり・埋戻材搬送用坑口施設(2):0.9億円 ・ベントナイトプラグ製作施設(2):1億円 ・受変電施設(1)、キャニスター・緩衝材搬送用坑口施設(1)、防火施設(1)、人員・資材搬送用施設(1)、中央管理棟(1)、地下排水処理施設(1)、地下施設用換気空調施設(1)、資材倉庫(1)、支保材置場(1)、コンクリートパッチャープラント施設(1)、固体廃棄物保管施設(1)、液体廃棄物処理施設(1)、車両整備施設(1)、メインレンヂ(1)、サブレンヂ(1)、雨水集水溝(1):(1)合計 17億円	1,2 ()に記載	
		地下施設維持補修費	坑底施設	60 年	1,381	1	支保工建設単価に0.5%を乗じたものを単価とした。 施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する。	2	
			その他	総額		18	・坑道維持費(アクセス坑道)(2):6.5億円 ・坑道維持費(主要坑道)(2):12億円	2	
	設備維持補修費	キャスク輸送設備維持補修費		1 式	-	8	ガラス固化体処分費用と同じ。	1	
		地上設備維持補修費	・キャニスター・装荷・封入設備、使用済燃料受入・貯蔵設備	42 年	5,126,188	2,153	設備維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する:3.0% 埋戻材製作設備費の3.0%を単価とする。	2	
			その他	総額		2,146	・緩衝材製作設備(2):119億円 ・埋戻し材製作設備(2):12億円 ・埋戻材/プラグ等搬送設備(2):3億円 ・地上地下連絡設備(2):231億円 ・ベントナイトプラグ材製作設備(2):31億円 ・キャニスター定置設備(2):582億円 ・緩衝材定置設備(2):385億円 ・排水処理設備(1)、受変電設備(1)、コンクリートパッチャー・プラント設備(1)、地下施設用換気空調設備(1)、非常用電源設備(1)、防火設備(1)、中央管理棟設備(1)、固体廃棄物保管設備(1)、液体廃棄物処理設備(1)、車両整備設備(1)、ベントナイトサイロ(1):(1)合計 783億円	1,2 ()に記載	
		地下設備維持補修費	坑底施設設備	30 年	5,711	2	施設維持比率は、ガラス固化体処分を参考として設定する:3.0% 坑底施設設備の3.0%を維持補修費の単価とする。	2	
			その他	総額		1,461	・地下施設照明設備(2):4.9億円 ・地下施設排水設備(1):1,456億円	1,2 ()に記載	
	ユーティリティ費(電力費)		1 式	-	1,580	ガラス固化体処分のユーティリティ費用に、使用済燃料受入・貯蔵施設でのユーティリティ費（179億円）を追加。	1,4		
	小計				15,559				
解体・閉鎖費	施設解体・閉鎖費	地上施設解体費	1 式	-	190	施設解体比率は、ガラス固化体処分の解体費/施設費の比率を用いる。 [解体費=施設費×解体比率]	2		
		地下施設閉鎖費	アクセス坑道	キャニスター搬送用アクセス坑道	9,542 m	2,158	206	[埋戻費=アクセス坑道埋戻延長距離(m)×建設単価(円/m)]	3
			主要坑道	主要坑道埋戻	42,264 m	763	322	[埋戻費=主要坑道埋戻延長距離(m)×建設単価(円/m)]	
			その他	総額		257	・アクセス坑道プラグ施工(3):45億円 ・主要坑道プラグ施工(3):11億円 ・坑底施設埋戻(3):25億円 ・立坑埋戻(1)、坑底施設埋戻(1)、調査坑道埋戻(1)、埋戻材搬送用立坑内設備運転(1):(1)合計 176億円	1,3 ()に記載	
	設備撤去費	廃棄物輸送設備機器類解体撤去、地上設備機器類解体撤去、地下設備機器類解体撤去	1 式	-	1,217	[設備撤去費=設備費×撤去比率] 設備撤去比率は、ガラス固化体処分の撤去費/設備費の比率を用いる。	2		
	小計				2,193				
	モニタリング費		1 式	-	1,190	ガラス固化体処分費用と同じ。	1		
プロジェクト管理費	実施主体人件費、実施主体運営費等		1 式	-	3,270	実施主体関係費用はガラス固化体処分費用と同じ。使用済燃料受入・貯蔵施設に係わる一般管理費（308億円）を追加。	1,4		
	固定資産税		1 式	-	4,781	施設、設備に課せられる固定資産税+取得用地に課せられる固定資産税 ガラス固化体と同様の算出方法	2		
	保障措置・テロ対策費		1 式	-	436	保障措置・テロ対策費として、施設警備のための監視設備（センサー、カメラ等）や監視作業のための費用を想定。	4		
	小計				8,487				
消費税				1,936		-			
核燃料物質等取扱税		1 式	-	7,616	核燃料物質取扱税は、使用済燃料の物量を考慮して設定。総量としては、32,000t分を考慮し、年間では800t分を考慮する。	4			

(注) 端数処理の関係で表中の数値と小計が合わない場合がある。

軟岩・ケース1（縦置き、2体収納）



年度展開データ: 軟岩ケース1 (縦置き、2体収納)

年度	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
技術開発費	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5
調査費及び用地取得費	62.7	62.7	62.7	62.7	62.7	170.4	170.4	170.4	170.4	170.4	674.8	26.6	26.6	26.6	26.6	45.7	45.7	45.7	45.7	45.7
設計及び建設費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	15.5	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	8.1	8.1	0.0	10.2
操業費																				
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費											1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
プロジェクト管理費	4.7	4.7	4.7	15.2	15.2	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3
消費税	7.3	7.3	7.3	7.8	7.8	14.2	14.2	14.2	13.4	13.4	38.8	6.4	6.4	6.4	6.4	8.7	8.7	8.7	8.3	8.8
合 計	152.5	152.5	152.5	163.6	163.6	298.0	298.0	298.0	281.8	281.8	819.5	138.9	138.9	138.9	138.9	188.0	188.0	188.0	179.6	190.2

(億円)

年度	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
技術開発費	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5															
調査費及び用地取得費	45.7	45.7	45.7	45.7	45.7															
設計及び建設費	10.2	15.7	14.1	137.3	88.6	161.7	131.2	549.2	1,507.2	1,589.5	1,603.7	1,718.8	2,652.7	2,318.0	920.6	846.0	984.4	985.9	1,050.6	1,015.8
操業費	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	21.7	21.8	22.4	33.5	37.6	39.2	39.2	97.4	113.5	312.2	312.2	312.2	312.2	312.2	312.2
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3
プロジェクト管理費	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	118.6	118.6	118.6	118.6	118.6	118.6	118.6	118.6	118.6	140.5	133.9	133.9	133.9	133.9	133.9
消費税	8.8	9.1	9.0	15.2	12.9	11.1	9.6	30.5	79.0	83.3	84.1	89.9	136.6	122.7	54.8	60.6	67.6	67.6	70.9	69.1
合 計	190.2	196.0	194.4	323.8	274.8	327.3	295.4	735.0	1,752.6	1,843.2	1,859.9	1,980.7	2,961.3	2,671.0	1,243.6	1,367.1	1,512.3	1,513.9	1,581.9	1,545.4

(億円)

年度	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	984.4	156.2	286.1	17.7	44.8	846.1	998.9	1,053.6	984.4	1,217.4	989.4	241.5	312.7	187.1	109.5	846.1	984.4	1,264.1	1,086.2	1,324.6
操業費	312.2	312.2	312.2	312.2	312.2	445.4	446.1	446.1	446.1	446.1	446.1	446.1	446.1	446.1	446.1	446.1	446.1	446.1	446.1	446.1
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3
プロジェクト管理費	133.9	133.9	133.9	155.8	133.9	137.1	137.1	137.1	137.1	137.1	137.1	137.1	159.0	137.1	137.1	137.1	137.1	137.1	137.1	137.1
消費税	67.6	26.1	32.6	20.3	20.6	67.5	75.1	77.9	74.4	86.1	74.7	37.3	41.9	34.5	30.7	67.5	74.4	88.4	79.5	91.4
合 計	1,512.3	642.8	779.1	520.3	525.8	1,510.4	1,671.5	1,728.9	1,656.2	1,900.9	1,661.5	876.2	974.0	819.0	737.6	1,511.1	1,656.2	1,949.9	1,763.1	2,013.5

(億円)

年度	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	1,007.1	165.0	385.7	0.0	0.4	17.2	0.0	67.8	0.0	142.5	0.0	12.2	203.1	0.0	105.1	19.0	148.8	91.3	154.6	0.0
操業費	446.1	446.1	445.6	447.6	447.6	447.6	447.6	447.6	447.6	447.6	447.6	447.6	447.6	447.6	184.6	184.6	184.6	184.6	184.6	184.6
解体及び閉鎖費	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	523.5	440.4	33.3	33.3	33.3
モニタリング費	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3
プロジェクト管理費	137.1	159.0	137.1	129.2	129.2	129.2	129.2	129.2	129.2	129.2	151.1	129.2	129.2	129.2	129.2	126.2	126.2	126.2	126.2	148.1
消費税	75.5	34.5	44.4	24.9	24.9	25.7	24.9	28.3	24.9	32.0	26.0	25.5	35.0	24.9	30.1	38.7	41.0	17.8	21.0	14.3
合 計	1,680.2	818.8	1,027.1	615.9	616.3	633.9	615.9	687.1	615.9	765.5	638.8	628.7	829.1	615.9	726.2	906.3	955.4	467.5	533.9	394.6

(億円)

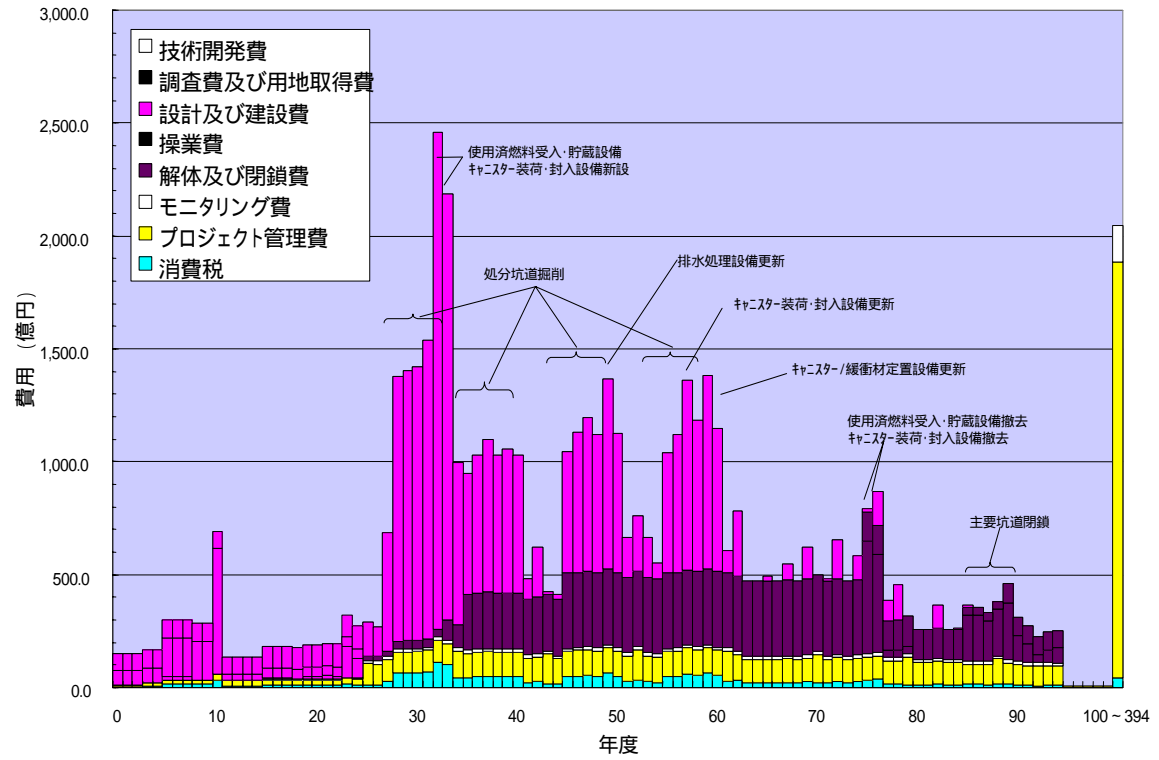
年度	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	0.0	0.0	135.4	0.0	5.4	11.8	0.0	1.3												
操業費	184.6	184.6	184.6	184.6	184.6	34.1	34.1	34.1	33.8	122.7	117.2	116.5	116.5	114.6	107.9					
解体及び閉鎖費	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	212.7	212.7	191.2	220.0	263.7	115.1	76.9	33.2	56.4	69.6					
モニタリング費	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
プロジェクト管理費	126.2	126.2	126.2	126.2	126.2	113.4	113.4	113.4	135.3	113.4	113.4	113.4	113.4	113.4	110.0	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
消費税	11.6	11.6	18.4	11.6	11.9	14.6	14.1	13.0	15.5	21.0	13.3	11.4	9.2	10.3	10.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
合 計	336.9	336.9	479.1	336.9	342.6	401.2	388.8	367.6	419.2	535.4	373.6	332.7	286.9	309.2	312.4	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9

(億円)

年度	100～394
技術開発費	
調査費及び用地取得費	
設計及び建設費	
操業費	
解体及び閉鎖費	
モニタリング費	158.8
プロジェクト管理費	2,099.2
消費税	42.6
合 計	2,300.5

(億円)

軟岩・ケース2（縦置き、4体収納）



年度展開データ:軟岩ケース2(縦置き、4体収納)

年度	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
技術開発費	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5
調査費及び用地取得費	62.7	62.7	62.7	62.7	62.7	170.4	170.4	170.4	170.4	170.4	553.7	23.9	23.9	23.9	23.9	43.3	43.3	43.3	43.3	43.3
設計及び建設費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	15.5	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	8.1	8.1	0.0	10.2
操業費																				
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費											1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
プロジェクト管理費	4.7	4.7	4.7	15.2	15.2	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4
消費税	7.3	7.3	7.3	7.8	7.8	14.2	14.2	14.2	13.4	13.4	32.7	6.3	6.3	6.3	6.3	8.6	8.6	8.6	8.2	8.7
合 計	152.5	152.5	152.5	163.6	163.6	298.0	298.0	298.0	281.8	281.8	691.5	135.2	135.2	135.2	135.2	184.6	184.6	184.6	176.2	186.8

(億円)

年度	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
技術開発費	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5															
調査費及び用地取得費	43.3	43.3	43.3	43.3	43.3															
設計及び建設費	10.2	15.7	14.1	137.3	88.6	146.8	125.8	526.3	1,175.3	1,195.3	1,209.5	1,321.8	2,199.5	1,886.1	718.5	531.4	609.8	677.6	609.8	636.7
操業費	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	21.7	21.8	22.4	30.6	34.6	36.3	36.3	36.3	92.4	103.2	249.1	249.1	249.1	249.1	249.1
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3
プロジェクト管理費	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	116.4	109.8	109.8	109.8	109.8	109.8
消費税	8.7	9.0	8.9	15.1	12.7	10.4	9.3	29.4	62.3	63.5	64.2	69.9	113.7	100.9	44.1	41.8	45.7	49.1	45.7	47.0
合 計	186.8	192.6	191.0	320.4	271.4	287.6	265.6	686.9	1,376.8	1,402.1	1,418.7	1,536.7	2,458.2	2,188.1	996.5	946.4	1,028.7	1,099.8	1,028.7	1,056.8

(億円)

年度	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	609.8	90.7	220.6	12.1	22.3	539.9	619.7	679.0	609.8	842.9	614.9	176.0	247.2	176.8	66.5	531.5	609.8	837.3	669.0	857.0
操業費	249.1	249.1	249.1	249.1	249.1	332.9	333.4	333.4	333.4	333.4	333.4	333.4	333.4	333.4	333.4	333.4	333.4	333.4	333.4	333.4
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3
プロジェクト管理費	109.8	109.8	109.8	131.7	109.8	113.0	113.0	113.0	113.0	113.0	113.0	113.0	134.9	113.0	113.0	113.0	113.0	113.0	113.0	113.0
消費税	45.7	19.7	26.2	16.9	16.3	46.5	50.5	53.5	50.0	61.7	50.3	28.4	33.0	28.4	22.9	46.1	50.0	61.4	53.0	62.4
合 計	1,028.7	483.6	620.0	424.0	411.8	1,046.6	1,130.9	1,193.1	1,120.5	1,365.2	1,125.9	665.0	762.8	665.8	550.0	1,038.3	1,120.5	1,359.3	1,182.6	1,380.0

(億円)

年度	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	632.8	97.5	287.5	0.0	0.4	17.2	0.0	67.7	0.0	139.4	0.0	8.4	172.4	0.0	103.5	14.2	148.8	91.2	154.6	0.0
操業費	333.4	333.4	333.1	334.6	334.6	334.6	334.6	334.6	334.6	334.6	334.6	334.6	334.6	334.6	334.6	130.5	130.5	130.5	130.5	130.5
解体及び閉鎖費	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	497.1	434.6	33.3	33.3	33.3
モニタリング費	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3
プロジェクト管理費	113.0	134.9	113.0	105.0	105.0	105.0	105.0	105.0	105.0	105.0	126.9	105.0	105.0	105.0	105.0	102.1	102.1	102.1	102.1	124.0
消費税	51.2	25.5	33.9	19.2	19.2	20.1	19.2	22.6	19.2	26.2	20.3	19.6	27.8	19.2	24.4	34.4	38.0	15.1	18.1	11.6
合 計	1,144.7	605.5	781.7	473.1	473.5	491.1	473.1	544.2	473.1	619.5	496.1	481.9	654.1	473.1	581.7	792.7	868.4	386.5	453.0	313.7

(億円)

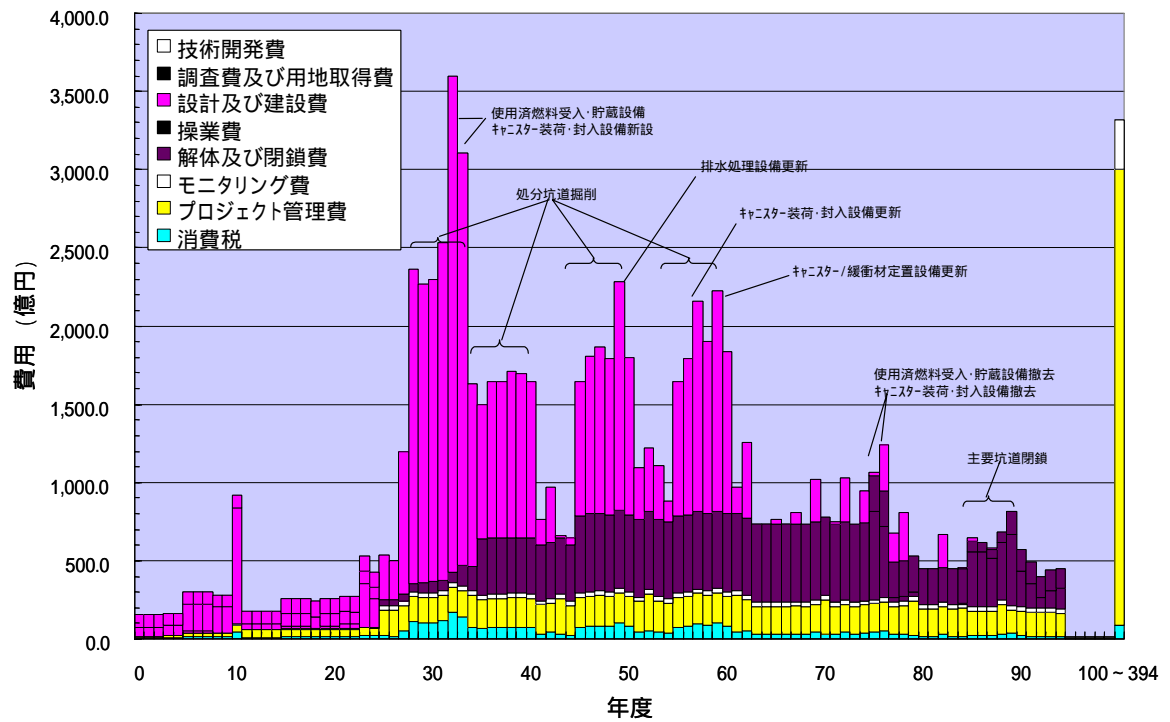
年度	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	0.0	0.0	104.7	0.0	5.4	11.8	0.0	1.2												
操業費	130.5	130.5	130.5	130.5	130.5	32.5	32.5	32.5	32.2	86.9	81.4	80.8	80.8	79.2	73.5					
解体及び閉鎖費	0.2	0.2	0.2	0.2	202.5	202.5	181.0	209.8	253.5	115.0	76.9	33.2	55.9	67.4						
モニタリング費	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
プロジェクト管理費	102.1	102.1	102.1	102.1	102.1	89.3	89.3	89.3	111.2	89.3	89.3	89.3	89.3	89.3	85.9	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
消費税	8.9	8.9	14.1	8.9	9.2	14.1	13.5	12.5	14.9	18.7	11.5	9.6	7.4	8.5	8.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
合 計	256.0	256.0	365.9	256.0	261.7	364.7	352.2	331.0	382.7	462.9	311.7	271.0	225.2	247.4	249.9	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0

(億円)

年度	100 - 394
技術開発費	
調査費及び用地取得費	
設計及び建設費	
操業費	
解体及び閉鎖費	
モニタリング費	158.8
プロジェクト管理費	1,842.4
消費税	42.6
合 計	2,043.8

(億円)

軟岩・ケース3（縦置き、2体収納、2サイト）



年度展開データ:軟岩ケース3(縦置き、2体収納、2サイト)

年度	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
技術開発費	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5
調査費及び用地取得費	62.7	62.7	62.7	62.7	62.7	170.4	170.4	170.4	170.4	170.4	743.2	38.7	38.7	38.7	38.7	78.5	78.5	78.5	78.5	78.5
設計及び建設費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	15.5	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.1	16.1	16.1	0.0	20.3
操業費																				
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費											3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
プロジェクト管理費	4.7	4.7	4.7	15.2	15.2	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2
消費税	7.3	7.3	7.3	7.8	7.8	14.2	14.2	14.2	13.4	13.4	43.4	8.2	8.2	8.2	8.2	11.9	11.9	11.9	11.1	12.1
合 計	152.5	152.5	152.5	163.6	163.6	298.0	298.0	298.0	281.8	281.8	916.2	176.5	176.5	176.5	176.5	255.8	255.8	255.8	238.9	260.2

(億円)

年度	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
技術開発費	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5															
調査費及び用地取得費	78.5	78.5	78.5	78.5	78.5															
設計及び建設費	20.3	31.3	28.2	274.6	177.3	282.7	247.6	910.3	2,007.9	1,906.3	1,934.7	2,158.4	3,169.4	2,635.9	1,167.8	858.2	996.3	998.8	1,062.5	1,046.4
操業費	0.0	0.0	0.0	0.1	4.1	40.7	40.9	42.3	56.7	64.7	68.0	68.0	68.0	132.4	151.1	357.9	357.9	357.9	357.9	357.9
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5
プロジェクト管理費	48.2	48.2	48.2	48.2	48.2	163.4	163.4	163.4	163.4	163.4	163.4	163.4	163.4	163.4	207.2	186.3	186.3	186.3	186.3	186.3
消費税	12.1	12.7	12.5	24.9	20.2	20.1	18.3	51.5	107.1	102.5	104.1	115.2	165.8	142.3	72.1	65.9	72.8	72.9	76.1	75.3
合 計	260.2	271.8	268.5	527.3	429.3	535.4	498.8	1,196.0	2,363.6	2,265.4	2,298.7	2,533.6	3,595.1	3,102.5	1,626.7	1,496.8	1,641.8	1,644.4	1,711.4	1,694.5

(億円)

年度	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	996.3	158.6	352.0	20.0	50.6	858.3	1,012.5	1,067.9	996.3	1,462.4	1,001.3	329.1	405.3	346.0	128.8	858.3	996.3	1,345.7	1,100.6	1,405.5
操業費	357.9	357.9	357.9	357.9	357.9	493.7	494.4	494.4	494.4	494.4	494.4	494.4	494.4	494.4	494.4	494.4	494.4	494.4	494.4	494.4
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5
プロジェクト管理費	186.3	186.3	186.3	230.1	186.3	192.7	192.7	192.7	192.7	192.7	192.7	192.7	236.5	192.7	192.7	192.7	192.7	192.7	192.7	192.7
消費税	72.8	30.9	40.6	26.2	25.5	73.0	80.7	83.5	79.9	103.2	80.2	46.6	52.6	47.4	36.5	73.0	79.9	97.4	85.1	100.4
合 計	1,641.8	762.2	965.3	662.7	648.9	1,646.1	1,808.9	1,867.0	1,791.8	2,281.2	1,797.1	1,091.3	1,217.3	1,109.0	881.0	1,646.9	1,791.8	2,158.8	1,901.4	2,221.5

(億円)

年度	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	1,036.8	170.7	484.3	0.0	0.8	29.2	0.0	68.8	0.0	276.4	0.0	13.8	278.5	0.0	205.7	24.9	297.6	182.1	309.1	0.0
操業費	494.4	494.4	493.9	496.9	496.9	496.9	496.9	496.9	496.9	496.9	496.9	496.9	496.9	496.9	496.9	496.9	496.9	496.9	496.9	496.9
解体及び閉鎖費	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	565.7	459.6	33.5	33.5
モニタリング費	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5
プロジェクト管理費	192.7	236.5	192.7	176.8	176.8	176.8	176.8	176.8	176.8	220.6	176.8	176.8	176.8	176.8	176.8	178.6	178.6	178.6	178.6	222.4
消費税	81.9	40.8	54.3	29.4	29.5	30.9	29.4	32.9	29.4	43.3	31.6	30.1	43.4	29.4	39.7	45.4	53.7	26.6	33.0	19.7
合 計	1,834.4	970.9	1,253.7	731.6	732.5	762.3	731.6	803.9	731.6	1,021.9	777.6	746.1	1,024.0	731.6	947.6	1,066.1	1,241.1	672.4	805.8	527.1

(億円)

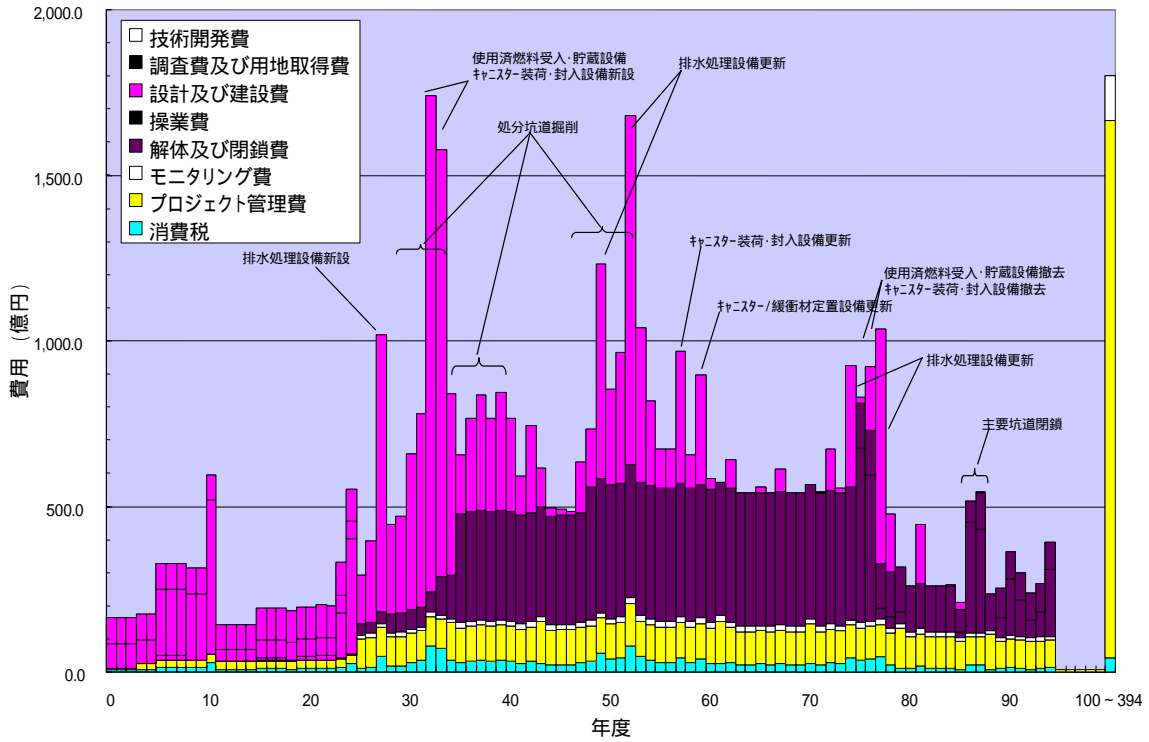
年度	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	0.0	0.0	209.4	0.0	10.9	23.6	0.0	2.1												
操業費	223.0	223.0	223.0	223.0	223.0	62.3	62.3	62.3	61.7	148.9	137.9	136.6	136.6	133.5	122.0					
解体及び閉鎖費	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	351.2	351.2	308.2	365.9	453.2	229.8	153.7	66.4	112.0	134.4					
モニタリング費	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
プロジェクト管理費	178.6	178.6	178.6	178.6	178.6	153.0	153.0	153.0	196.8	153.0	153.0	153.0	153.0	153.0	146.2	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
消費税	15.9	15.9	26.3	15.9	16.4	25.3	24.1	22.1	27.0	33.5	21.8	17.9	13.6	15.7	15.9	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
合 計	446.4	446.4	666.3	446.4	457.9	644.4	619.6	576.8	680.5	817.7	571.7	490.3	398.6	443.3	447.6	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5

(億円)

年度	100～394
技術開発費	
調査費及び用地取得費	
設計及び建設費	
操業費	
解体及び閉鎖費	
モニタリング費	317.6
プロジェクト管理費	2,914.7
消費税	85.2
合 計	3,317.5

(億円)

硬岩・ケース1（縦置き、2体収納）



年度展開データ:硬岩ケース1(縦置き、2体収納)

年度	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
技術開発費	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	97.3	97.3	97.3	97.3	97.3
調査費及び用地取得費	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	199.2	199.2	199.2	199.2	199.2	463.2	33.2	33.2	33.2	33.2	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6
設計及び建設費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	15.5	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	8.1	8.1	0.0	10.2
操業費																				
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費											1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
プロジェクト管理費	4.7	4.7	4.7	15.2	15.2	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7
消費税	7.7	7.7	7.7	8.2	8.2	15.6	15.6	15.6	14.8	14.8	28.2	6.7	6.7	6.7	6.7	9.1	9.1	9.1	8.7	9.2
合 計	162.1	162.1	162.1	173.2	173.2	328.1	328.1	328.1	311.8	311.8	595.5	144.1	144.1	144.1	144.1	193.5	193.5	193.5	185.0	185.7

(億円)

年度	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
技術開発費	97.3	97.3	97.3	97.3	97.3															
調査費及び用地取得費	52.6	52.6	52.6	52.6	52.6															
設計及び建設費	10.2	15.7	14.1	137.3	346.7	147.3	243.1	836.3	272.5	292.4	466.5	582.2	1,497.5	1,287.9	548.1	176.4	283.6	351.3	283.6	355.2
操業費	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	34.8	34.9	35.1	54.5	59.4	61.8	61.8	61.8	116.0	132.0	329.1	329.1	329.1	329.1	329.1
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
プロジェクト管理費	24.7	24.7	24.7	24.7	24.7	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	89.1	111.0	104.4	104.4	104.4	104.4	104.4
消費税	9.2	9.4	9.4	15.5	26.1	10.9	15.7	45.4	18.2	19.4	28.2	34.0	79.8	72.0	36.9	28.1	33.4	36.8	33.4	37.0
合 計	195.7	201.5	199.8	329.2	551.7	293.3	394.0	1,017.0	445.4	471.4	656.8	778.2	1,739.3	1,576.1	839.1	654.0	766.6	837.7	766.6	841.8

(億円)

年度	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	283.6	117.4	261.5	117.4	23.7	18.7	9.5	152.3	175.7	649.3	288.7	395.9	1,054.4	465.4	255.8	117.9	117.1	396.8	100.6	328.6
操業費	329.1	329.1	329.1	329.1	329.1	329.1	329.6	329.6	403.3	403.3	403.3	403.3	403.3	403.3	403.3	403.3	403.3	403.3	403.3	403.3
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
プロジェクト管理費	104.4	104.4	104.4	126.3	104.4	107.6	107.6	107.6	107.6	107.6	107.6	107.6	129.5	107.6	107.6	107.6	107.6	107.6	107.6	107.6
消費税	33.4	25.1	32.3	26.2	20.5	20.4	19.9	27.1	31.9	55.6	37.6	42.9	76.9	46.4	35.9	29.0	29.0	43.0	28.2	39.6
合 計	766.6	592.1	743.4	615.1	493.6	491.8	482.6	632.5	734.5	1,231.8	853.2	965.7	1,680.1	1,038.7	818.6	673.8	673.0	966.6	655.6	895.0

(億円)

年度	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	33.1	0.0	85.5	0.0	0.4	18.1	0.0	67.7	0.0	0.0	0.0	1.6	126.3	13.7	365.3	16.4	190.1	705.5	173.4	0.0
操業費	403.3	403.3	403.0	403.0	403.0	403.0	403.0	403.0	403.0	403.0	403.0	403.0	403.0	403.0	403.0	136.7	136.7	136.7	136.7	136.7
解体及び閉鎖費	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	526.4	440.4	33.3	33.3	33.3
モニタリング費	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
プロジェクト管理費	107.6	129.5	107.6	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	121.6	99.7	99.7	99.7	99.7	96.7	96.7	96.7	96.7	118.6
消費税	24.8	24.2	27.4	22.7	22.7	23.6	22.7	26.1	22.7	22.7	23.8	22.8	29.0	23.4	41.0	36.4	40.8	46.2	19.6	12.0
合 計	584.8	573.0	639.5	541.4	541.9	560.4	541.4	612.5	541.4	541.4	564.4	543.1	674.0	555.8	925.0	828.7	920.7	1,034.4	475.7	316.6

(億円)

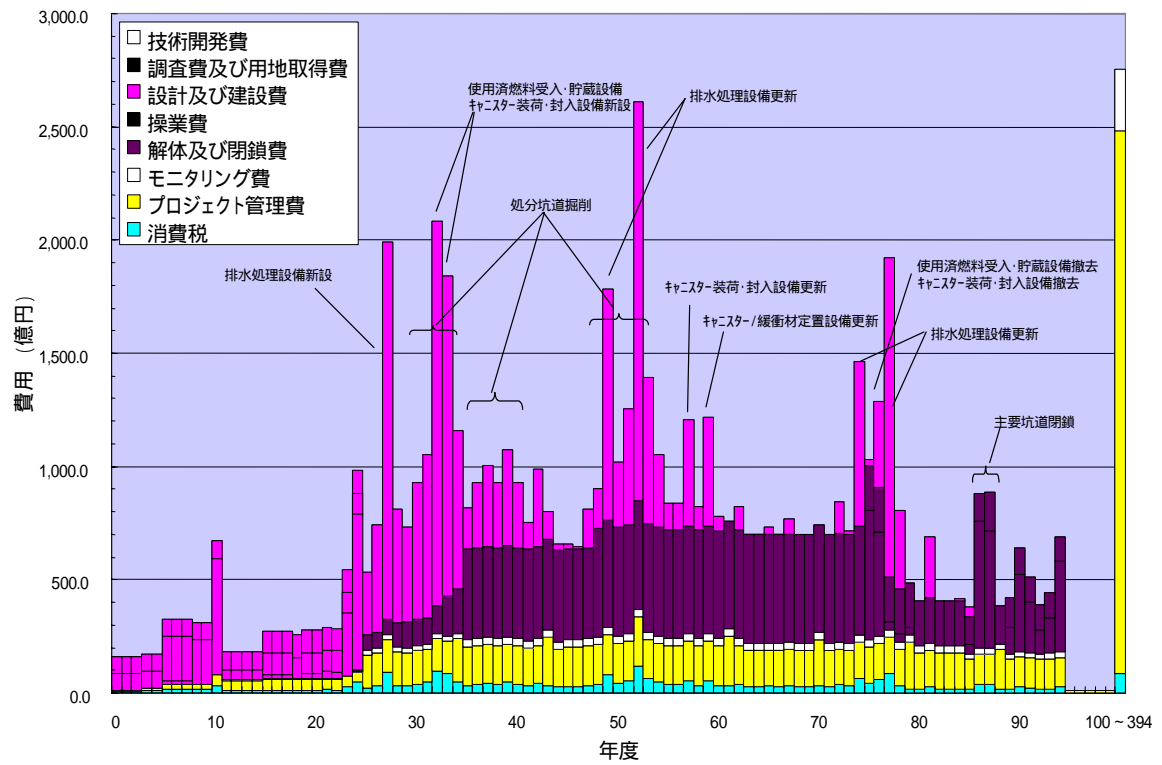
年度	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	0.0	177.7	0.2	0.0	4.6	22.0	0.0	1.2												
操業費	136.7	136.7	136.8	136.8	136.8	65.1	65.0	110.1	110.1	90.7	82.4	82.3	82.3	82.3	79.9					
解体及び閉鎖費	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	20.0	333.5	314.0	0.2	58.2	171.1	111.6	53.6	78.1	203.6					
モニタリング費	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
プロジェクト管理費	96.7	96.7	96.7	96.7	96.7	83.9	83.9	83.9	105.8	83.9	83.9	83.9	83.9	83.9	80.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
消費税	9.3	18.2	9.3	9.3	9.5	6.9	21.5	22.8	8.2	9.0	14.2	11.3	8.4	9.6	15.6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
合 計	258.9	445.5	259.3	259.0	263.9	209.5	515.6	543.6	235.9	253.4	363.3	300.7	239.8	265.5	391.2	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1

(億円)

年度	100～394
技術開発費	
調査費及び用地取得費	
設計及び建設費	
操業費	
解体及び閉鎖費	
モニタリング費	135.1
プロジェクト管理費	1,625.8
消費税	41.4
合 計	1,802.3

(億円)

硬岩・ケース2（縦置き、2体収納、2サイト）



年度展開データ:硬岩ケース2(縦置き、2体収納、2サイト)

年度	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
技術開発費	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	97.3	97.3	97.3	97.3	97.3
調査費及び用地取得費	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	199.2	199.2	199.2	199.2	199.2	512.2	44.5	44.5	44.5	44.5	94.7	94.7	94.7	94.7	94.7
設計及び建設費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	15.5	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.1	16.1	16.1	0.0	20.3
操業費																				
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費											3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
プロジェクト管理費	4.7	4.7	4.7	15.2	15.2	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4
消費税	7.7	7.7	7.7	8.2	8.2	15.6	15.6	15.6	14.8	14.8	31.8	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	12.7	12.7	11.9	12.9
合 計	162.1	162.1	162.1	173.2	173.2	328.1	328.1	328.1	311.8	311.8	671.7	180.6	180.6	180.6	180.6	270.8	270.8	270.8	253.9	275.2

(億円)

年度	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
技術開発費	97.3	97.3	97.3	97.3	97.3															
調査費及び用地取得費	94.7	94.7	94.7	94.7	94.7															
設計及び建設費	20.3	31.3	28.2	274.6	686.4	277.3	479.0	1,664.9	505.5	418.0	602.3	719.2	1,699.7	1,410.5	696.8	181.0	287.5	356.2	287.5	423.7
操業費	0.0	0.0	0.0	0.1	5.0	67.1	67.3	67.5	106.4	116.2	120.3	120.3	120.3	178.4	200.0	402.3	402.3	402.3	402.3	402.3
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9
プロジェクト管理費	46.4	46.4	46.4	46.4	46.4	145.0	145.0	145.0	145.0	145.0	145.0	145.0	145.0	145.0	188.8	167.9	167.9	167.9	167.9	167.9
消費税	12.9	13.5	13.3	25.7	46.5	20.8	30.9	30.2	34.2	30.3	39.7	45.6	94.6	83.1	50.6	34.4	39.7	43.2	39.7	46.5
合 計	275.2	286.8	283.5	542.3	979.8	532.4	744.4	1,989.8	813.4	731.7	929.6	1,052.4	2,081.8	1,839.1	1,158.4	817.6	929.4	1,001.6	929.4	1,072.4

(億円)

年度	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	287.5	119.1	341.0	119.1	27.7	22.4	11.2	168.9	179.6	1,019.0	292.6	512.1	1,762.8	644.0	320.9	120.0	118.5	467.8	103.1	480.0
操業費	402.3	402.3	402.3	402.3	402.3	402.4	402.8	402.8	478.8	478.8	478.8	478.8	478.8	478.8	478.8	478.8	478.8	478.8	478.8	478.8
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9
プロジェクト管理費	167.9	167.9	167.9	211.7	167.9	174.3	174.3	174.3	174.3	174.3	174.3	218.1	174.3	174.3	174.3	174.3	174.3	174.3	174.3	174.3
消費税	39.7	31.3	42.4	33.5	26.7	26.8	26.3	34.1	38.5	80.4	44.1	55.1	119.8	61.7	45.5	35.5	35.4	52.9	34.7	53.5
合 計	929.4	752.6	985.6	798.6	656.7	657.8	646.5	812.1	903.1	1,784.4	1,021.7	1,252.2	2,611.4	1,390.7	1,051.4	840.5	838.9	1,205.7	822.7	1,218.5

(億円)

年度	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	60.5	0.0	104.7	0.0	0.8	31.0	0.0	68.7	0.0	0.0	0.0	3.2	136.5	16.0	730.6	22.8	380.2	1,410.5	346.8	0.0
操業費	478.7	478.7	478.5	478.5	478.5	478.5	478.5	478.5	478.5	478.5	478.5	478.5	478.5	478.5	478.5	198.4	198.4	198.4	198.4	198.4
解体及び閉鎖費	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	570.5	459.1	33.5	33.5	33.5
モニタリング費	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9
プロジェクト管理費	174.3	218.1	174.3	158.4	158.4	158.4	158.4	158.4	158.4	158.4	202.2	158.4	158.4	158.4	158.4	160.2	160.2	160.2	160.2	204.0
消費税	32.5	31.7	34.7	28.7	28.7	30.2	28.7	32.1	28.7	28.7	30.9	28.8	35.5	29.5	65.2	44.4	56.7	87.0	33.8	18.6
合 計	778.1	760.4	824.1	697.5	698.4	730.0	697.5	769.6	697.5	697.5	743.5	700.9	840.8	714.3	1,464.6	1,028.3	1,286.5	1,921.4	804.5	486.4

(億円)

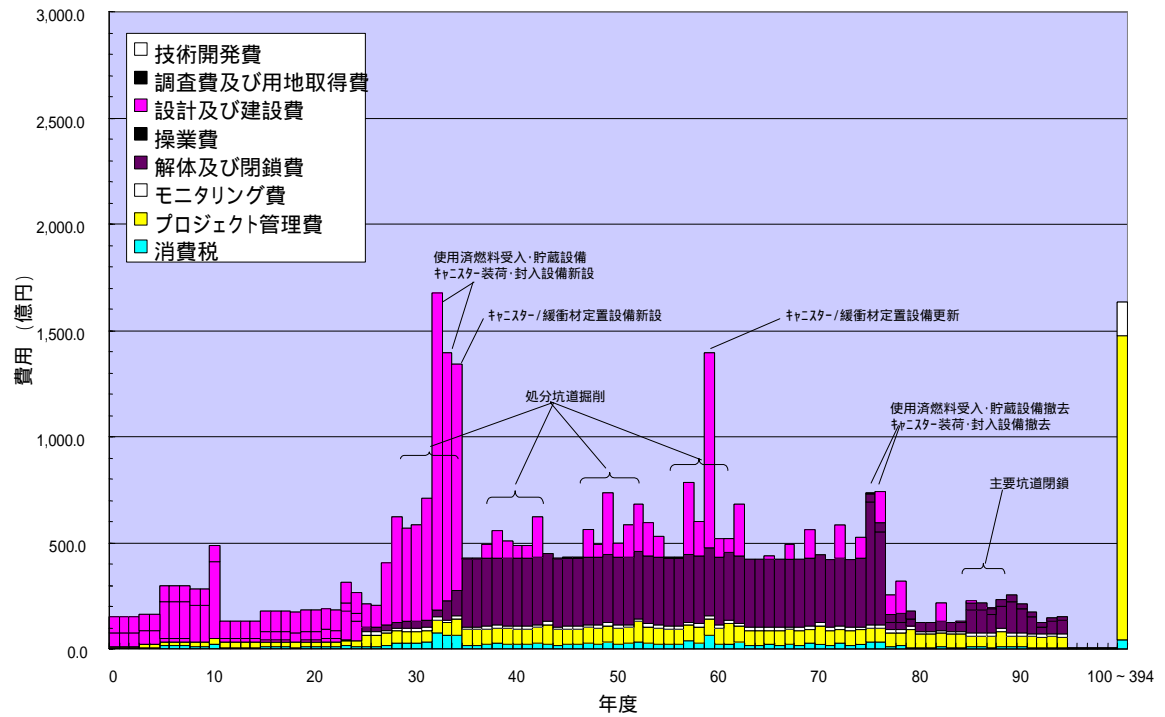
年度	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	0.0	269.2	0.4	0.0	9.2	44.0	0.0	2.0												
操業費	198.4	198.4	198.5	198.5	198.5	122.7	122.7	168.3	168.3	129.6	113.1	112.9	112.9	112.8	108.0					
解体及び閉鎖費	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	39.9	560.5	521.4	0.4	116.3	341.9	223.1	107.2	156.2	401.2					
モニタリング費	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
プロジェクト管理費	160.2	160.2	160.2	160.2	160.2	134.6	134.6	134.6	178.4	134.6	134.6	134.6	134.6	134.6	127.8	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
消費税	14.8	28.3	14.8	14.8	15.3	13.5	37.3	37.7	13.8	15.4	25.9	19.9	14.1	16.6	28.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
合 計	405.7	688.4	406.3	405.9	415.6	377.9	878.3	887.2	384.1	419.1	638.7	513.7	392.0	443.3	688.4	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2

(億円)

年度	100～394
技術開発費	
調査費及び用地取得費	
設計及び建設費	
操業費	
解体及び閉鎖費	
モニタリング費	270.2
プロジェクト管理費	2,401.3
消費税	82.9
合 計	2,754.3

(億円)

補足検討:軟岩・補足検討ケース1（横置き、2体収納）



年度展開データ:補足検討:軟岩補足検討ケース1(横置き、2体収納)

年度	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
技術開発費	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5
調査費及び用地取得費	62.7	62.7	62.7	62.7	62.7	170.4	170.4	170.4	170.4	170.4	360.5	19.4	19.4	19.4	19.4	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2
設計及び建設費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	15.5	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	8.1	8.1	0.0	10.2
操業費																				
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費											1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
プロジェクト管理費	4.7	4.7	4.7	15.2	15.2	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
消費税	7.3	7.3	7.3	7.8	7.8	14.2	14.2	14.2	13.4	13.4	23.1	6.0	6.0	6.0	6.0	8.4	8.4	8.4	8.0	8.5
合 計	152.5	152.5	152.5	163.6	163.6	298.0	298.0	298.0	281.8	281.8	487.3	129.1	129.1	129.1	129.1	179.0	179.0	179.0	170.5	181.2

(億円)

年度	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
技術開発費	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5															
調査費及び用地取得費	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2															
設計及び建設費	10.2	15.7	14.1	137.3	88.6	109.1	103.7	296.4	498.1	441.7	456.0	571.2	1,493.6	1,171.2	1,063.2	3.2	2.9	63.0	128.0	80.8
操業費	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	21.6	21.7	22.4	26.6	30.6	32.3	32.3	32.3	89.1	120.8	318.1	318.1	318.1	318.1	318.1
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3
プロジェクト管理費	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9	56.9	78.8	72.2	72.2	72.2	72.2	72.2
消費税	8.5	8.8	8.7	14.9	12.5	8.5	8.2	17.9	28.2	25.6	26.4	32.1	78.3	65.0	62.3	18.8	18.8	21.8	25.0	22.7
合 計	181.2	187.0	185.4	314.7	265.8	210.4	204.8	407.8	624.0	569.0	585.7	706.7	1,675.2	1,396.4	1,339.4	426.5	426.2	489.2	557.5	507.9

(億円)

年度	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	61.7	61.7	191.5	2.9	5.4	3.2	5.1	130.7	61.7	294.7	66.8	146.9	218.2	159.9		3.2	2.9	341.2	165.4	923.0
操業費	318.1	318.1	318.1	318.1	318.1	319.1	319.1	319.1	319.1	319.1	319.1	319.1	319.1	319.1	319.1	319.1	319.1	319.1	319.1	319.1
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3
プロジェクト管理費	72.2	72.2	72.2	94.1	72.2	75.4	75.4	75.4	75.4	75.4	75.4	75.4	97.3	75.4	75.4	75.4	75.4	75.4	75.4	75.4
消費税	21.7	21.7	28.2	19.9	18.9	19.0	19.1	25.4	21.9	33.6	22.2	26.2	30.8	26.8	23.6	19.0	19.0	35.9	27.1	65.0
合 計	487.9	487.9	624.2	449.2	428.8	430.9	432.9	564.8	492.3	737.0	497.7	581.9	679.7	595.5	527.1	431.0	430.6	785.8	601.2	1,396.7

(億円)

年度	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	84.5	67.3	242.1	0.0	0.4	17.2	0.0	67.6	0.0	133.6	0.0	1.1	157.2	0.0	100.4	6.3	148.8	91.1	154.6	0.0
操業費	319.1	319.1	319.0	320.3	320.3	320.3	320.3	320.3	320.3	320.3	320.3	320.3	320.3	320.3	320.3	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1
解体及び閉鎖費	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	577.6	440.4	33.3	33.3	33.3
モニタリング費	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3
プロジェクト管理費	75.4	97.3	75.4	67.4	67.4	67.4	67.4	67.4	67.4	89.3	67.4	67.4	67.4	67.4	67.4	64.5	64.5	64.5	64.5	86.4
消費税	23.1	23.3	30.9	18.5	18.5	19.4	18.5	21.9	18.5	25.2	19.6	18.6	26.4	18.5	23.5	33.5	33.8	10.6	13.7	7.1
合 計	516.4	521.2	681.7	420.5	420.9	438.6	420.5	491.4	420.5	560.7	443.5	421.7	585.5	420.5	526.0	736.2	741.8	253.7	320.4	181.1

(億円)

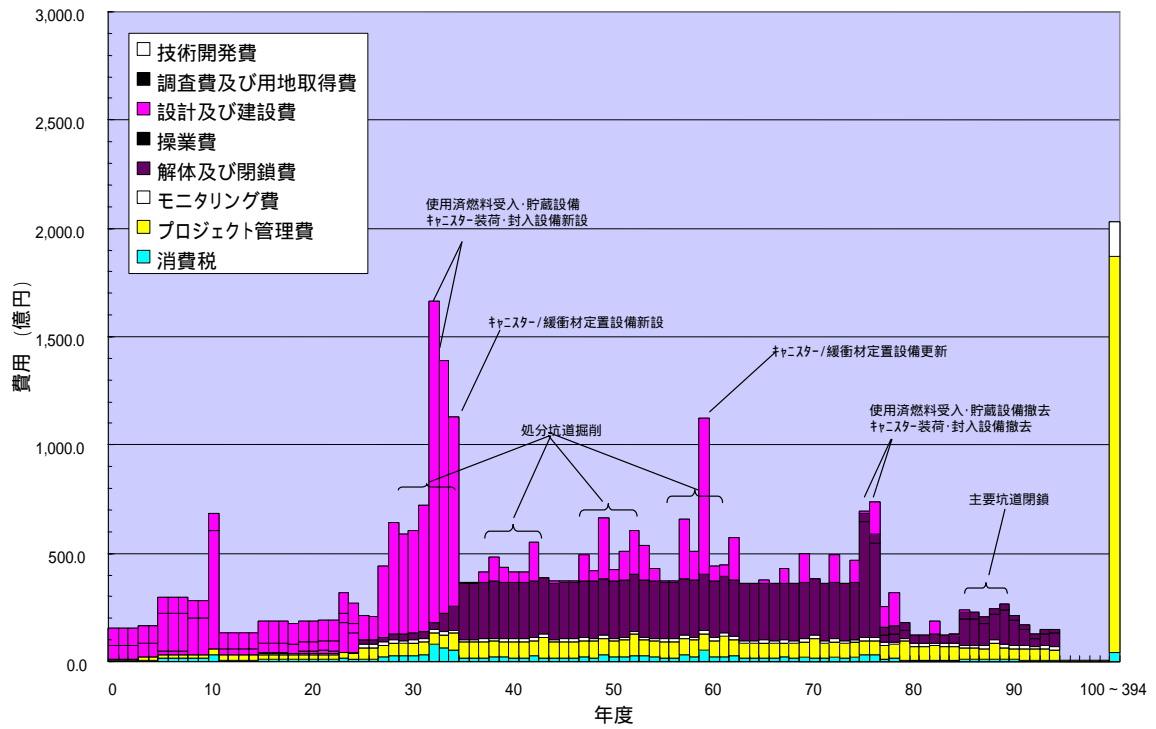
年度	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	0.0	0.0	89.5	0.0	5.4	11.8	0.0	1.1												
操業費	40.1	40.1	40.1	40.1	40.1	31.3	31.3	31.3	31.1	28.3	22.9	22.2	22.2	20.9	15.6					
解体及び閉鎖費	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	108.1	108.1	86.6	102.7	146.4	114.7	76.9	33.2	55.6	65.5					
モニタリング費	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
プロジェクト管理費	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	51.7	51.7	51.7	73.6	51.7	51.7	51.7	51.7	48.3	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
消費税	4.4	4.4	8.8	4.4	4.6	9.3	8.7	7.7	9.5	10.5	8.6	6.7	4.5	5.5	5.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
合 計	123.4	123.4	217.3	123.4	129.1	226.7	214.2	192.8	231.4	251.4	212.4	172.0	126.1	148.2	149.5	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7

(億円)

年度	100 ~ 394
技術開発費	
調査費及び用地取得費	
設計及び建設費	
操業費	
解体及び閉鎖費	
モニタリング費	158.8
プロジェクト管理費	1,433.3
消費税	42.6
合 計	1,634.7

(億円)

補足検討:軟岩・補足検討ケース2（横置き、4体収納）



年度展開データ：補足検討：軟岩補足検討ケース2（横置き、4体収納）

年度	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
技術開発費	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5
調査費及び用地取得費	62.7	62.7	62.7	62.7	62.7	170.4	170.4	170.4	170.4	170.4	546.3	23.9	23.9	23.9	23.9	43.3	43.3	43.3	43.3	43.3
設計及び建設費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	15.5	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	8.1	8.1	0.0	10.2
操業費																				
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費											1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
プロジェクト管理費	4.7	4.7	4.7	15.2	15.2	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3
消費税	7.3	7.3	7.3	7.8	7.8	14.2	14.2	14.2	13.4	13.4	32.4	6.3	6.3	6.3	6.3	8.6	8.6	8.6	8.2	8.7
合 計	152.5	152.5	152.5	163.6	163.6	298.0	298.0	298.0	281.8	281.8	683.7	135.1	135.1	135.1	135.1	184.6	184.6	184.6	176.1	186.8

(億円)

年度	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
技術開発費	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5															
調査費及び用地取得費	43.3	43.3	43.3	43.3	43.3															
設計及び建設費	10.2	15.7	14.1	137.3	88.6	109.1	103.7	328.6	517.2	458.6	472.8	587.0	1,483.0	1,163.9	870.4	3.0	2.8	50.2	115.1	67.8
操業費	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	21.6	21.7	22.4	26.3	30.3	32.0	32.0	32.0	86.7	111.3	260.4	260.4	260.4	260.4	260.4
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3
プロジェクト管理費	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	78.9	72.3	72.3	72.3	72.3	72.3
消費税	8.7	9.0	8.9	15.1	12.7	8.5	8.2	19.5	29.1	26.4	27.2	32.9	77.7	64.5	52.1	15.9	15.9	18.3	21.5	19.1
合 計	186.8	192.5	190.9	320.3	271.3	210.5	204.9	441.8	643.9	586.5	603.2	723.1	1,663.9	1,386.4	1,127.0	365.9	365.6	415.4	483.5	434.0

(億円)

年度	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	48.8	48.8	178.6	2.8	5.5	3.1	4.9	117.9	48.8	281.8	53.8	134.0	205.3	159.7	57.5	3.1	2.8	276.2	136.9	722.6
操業費	260.4	260.4	260.4	260.4	260.4	261.3	261.4	261.4	261.4	261.4	261.4	261.4	261.4	261.4	261.4	261.4	261.4	261.4	261.4	261.4
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3
プロジェクト管理費	72.3	72.3	72.3	94.2	72.3	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	97.4	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5
消費税	18.2	18.2	24.7	17.0	16.0	16.1	16.2	21.8	18.4	30.0	18.6	22.7	27.3	23.9	18.8	16.1	16.1	29.8	22.8	52.1
合 計	413.9	413.9	550.3	388.6	368.5	370.2	372.2	490.8	418.2	663.0	423.6	507.8	605.6	534.7	427.4	370.3	369.9	657.0	510.8	1,125.8

(億円)

年度	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	71.8	52.4	196.3	0.0	0.4	17.2	0.0	67.7	0.0	133.7	0.0	1.2	126.3	0.0	100.5	6.3	148.8	91.2	154.6	0.0
操業費	261.3	261.3	261.3	262.1	262.1	262.1	262.1	262.1	262.1	262.1	262.1	262.1	262.1	262.1	262.1	38.7	38.7	38.7	38.7	38.7
解体及び閉鎖費	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	537.3	435.0	33.3	33.3	33.3
モニタリング費	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3
プロジェクト管理費	75.5	97.4	75.5	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5	67.5	89.4	67.5	67.5	67.5	67.5	64.6	64.6	64.6	64.6	86.5
消費税	19.5	19.7	25.8	15.6	15.6	16.5	15.6	19.0	15.6	22.3	16.7	15.7	21.9	15.6	20.6	31.5	33.5	10.5	13.7	7.0
合 計	442.4	445.1	573.0	359.5	359.9	377.5	359.5	430.6	359.5	499.9	382.5	360.8	492.1	359.5	465.0	692.6	734.8	252.6	319.1	179.8

(億円)

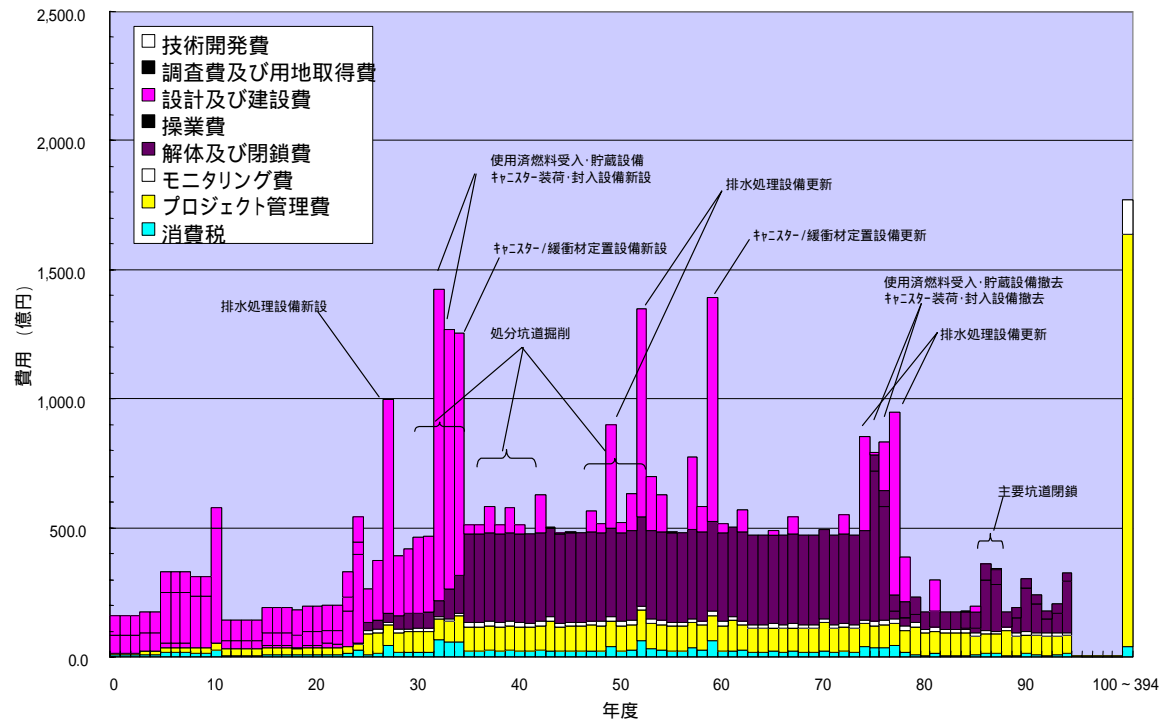
年度	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	0.0	0.0	58.6	0.0	5.4	11.8	0.0	1.2												
操業費	38.7	38.7	38.7	38.7	38.7	29.9	29.9	29.9	29.7	27.0	21.5	20.9	20.9	20.0	15.6					
解体及び閉鎖費	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	121.9	121.9	100.5	116.6	160.2	114.7	76.9	33.2	55.6	63.7					
モニタリング費	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
プロジェクト管理費	64.6	64.6	64.6	64.6	64.6	51.8	51.8	51.8	73.7	51.8	51.8	51.8	51.8	51.8	48.4	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
消費税	4.3	4.3	7.2	4.3	4.6	9.9	9.3	8.3	10.1	11.1	8.5	6.6	4.4	5.5	5.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
合 計	122.1	122.1	183.6	122.1	127.8	239.9	227.4	206.2	244.6	264.6	211.1	170.6	124.8	147.3	147.8	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0

(億円)

年度	100～394
技術開発費	
調査費及び用地取得費	
設計及び建設費	
操業費	
解体及び閉鎖費	
モニタリング費	158.8
プロジェクト管理費	1,826.4
消費税	42.6
合 計	2,027.8

(億円)

補足検討：硬岩・補足検討ケース1（横置き、2体収納）



年度展開データ:補足検討:硬岩補足検討ケース1(横置き、2体収納)

年度	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
技術開発費	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	77.7	97.3	97.3	97.3	97.3	97.3
調査費及び用地取得費	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	199.2	199.2	199.2	199.2	199.2	446.6	31.4	31.4	31.4	31.4	51.8	51.8	51.8	51.8	51.8
設計及び建設費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	15.5	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	8.1	8.1	0.0	10.2
操業費																				
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費											1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
プロジェクト管理費	4.7	4.7	4.7	15.2	15.2	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6
消費税	7.7	7.7	7.7	8.2	8.2	15.6	15.6	15.6	14.8	14.8	27.4	6.6	6.6	6.6	6.6	9.0	9.0	9.0	8.6	9.1
合 計	162.1	162.1	162.1	173.2	173.2	328.1	328.1	328.1	311.8	311.8	577.9	142.0	142.0	142.0	142.0	192.5	192.5	192.5	184.0	194.7

(億円)

年度	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
技術開発費	97.3	97.3	97.3	97.3	97.3															
調査費及び用地取得費	51.8	51.8	51.8	51.8	51.8															
設計及び建設費	10.2	15.7	14.1	137.3	340.2	128.8	233.9	827.0	229.2	249.1	290.2	297.8	1,206.0	1,003.0	939.3	34.1	33.4	101.1	33.4	98.5
操業費	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	34.8	34.9	35.0	54.5	59.3	61.1	61.1	61.1	115.2	147.4	344.3	344.3	344.3	344.3	344.3
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
プロジェクト管理費	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	79.5	101.4	94.8	94.8	94.8	94.8	94.8
消費税	9.1	9.4	9.3	15.5	25.8	10.0	15.2	44.9	16.0	17.2	19.4	19.7	65.2	57.7	57.2	21.7	21.7	25.1	21.7	25.0
合 計	194.7	200.4	198.8	328.2	543.8	264.3	374.6	997.6	390.3	416.3	461.2	469.3	1,422.9	1,266.6	1,256.5	510.9	510.2	581.3	510.2	578.5

(億円)

年度	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	33.4	2.9	146.9	2.9	4.9	5.5	2.9	82.9	33.4	399.1	38.5	145.7	804.1	208.7	141.2	3.3	2.6	282.2	99.4	868.4
操業費	344.3	344.3	344.3	344.3	344.3	344.4	344.4	345.7	345.7	345.7	345.7	345.7	345.7	345.7	345.7	345.7	345.7	345.7	345.7	345.7
解体及び閉鎖費																				
モニタリング費	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
プロジェクト管理費	94.8	94.8	94.8	116.7	94.8	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	119.9	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0
消費税	21.7	20.2	27.4	21.3	20.3	20.5	20.3	24.3	21.9	40.2	22.2	27.5	61.6	30.7	27.3	20.4	20.4	34.4	25.2	63.7
合 計	510.2	478.1	629.4	501.1	480.3	484.3	481.5	565.5	515.0	899.0	520.3	632.9	1,347.3	699.0	628.2	483.4	482.6	776.2	584.3	1,391.8

(億円)

年度	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	33.1	0.0	85.5	0.0	0.4	18.1	0.0	67.7	0.0	0.0	0.0	1.6	75.1	2.0	365.3	7.2	190.1	705.5	173.4	0.0
操業費	345.7	345.7	345.6	345.6	345.6	345.6	345.6	345.6	345.6	345.6	345.6	345.6	345.6	345.6	345.6	63.3	63.3	63.3	63.3	63.3
解体及び閉鎖費	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	581.3	440.4	33.3	33.3	33.3
モニタリング費	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
プロジェクト管理費	98.0	119.9	98.0	90.1	90.1	90.1	90.1	90.1	90.1	90.1	112.0	90.1	90.1	90.1	90.1	87.1	87.1	87.1	87.1	109.0
消費税	21.9	21.3	24.5	19.9	19.9	20.8	19.9	23.2	19.9	19.9	20.9	19.9	23.6	20.0	38.1	35.0	37.1	42.5	15.9	8.4
合 計	514.7	502.9	569.6	471.5	471.9	490.5	471.5	542.6	471.5	471.5	494.5	473.2	550.4	473.6	855.1	790.0	834.0	947.7	389.0	229.9

(億円)

年度	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
技術開発費																				
調査費及び用地取得費																				
設計及び建設費	0.0	117.9	0.2	0.0	4.6	22.0	0.0	1.2												
操業費	63.3	63.3	63.4	63.4	63.4	61.1	61.1	61.1	61.1	41.7	33.5	33.4	33.4	33.3	30.9					
解体及び閉鎖費	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	20.0	199.1	179.6	0.2	58.2	170.8	111.6	53.6	78.1	198.8					
モニタリング費	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
プロジェクト管理費	87.1	87.1	87.1	87.1	87.1	74.3	74.3	74.3	96.2	74.3	74.3	74.3	74.3	74.3	70.9	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
消費税	5.6	11.5	5.6	5.6	5.8	6.7	14.6	13.7	5.7	6.6	11.8	8.8	5.9	7.1	12.9	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
合 計	405.7	688.4	406.3	405.9	415.6	377.9	878.3	887.2	384.1	419.1	638.7	513.7	392.0	443.3	688.4	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2

(億円)

年度	100～394
技術開発費	
調査費及び用地取得費	
設計及び建設費	
操業費	
解体及び閉鎖費	
モニタリング費	135.1
プロジェクト管理費	1,593.7
消費税	41.4
合 計	1,770.2

(億円)

付属資料 - 2 : 高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)処分費用の
見積もりについて

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]

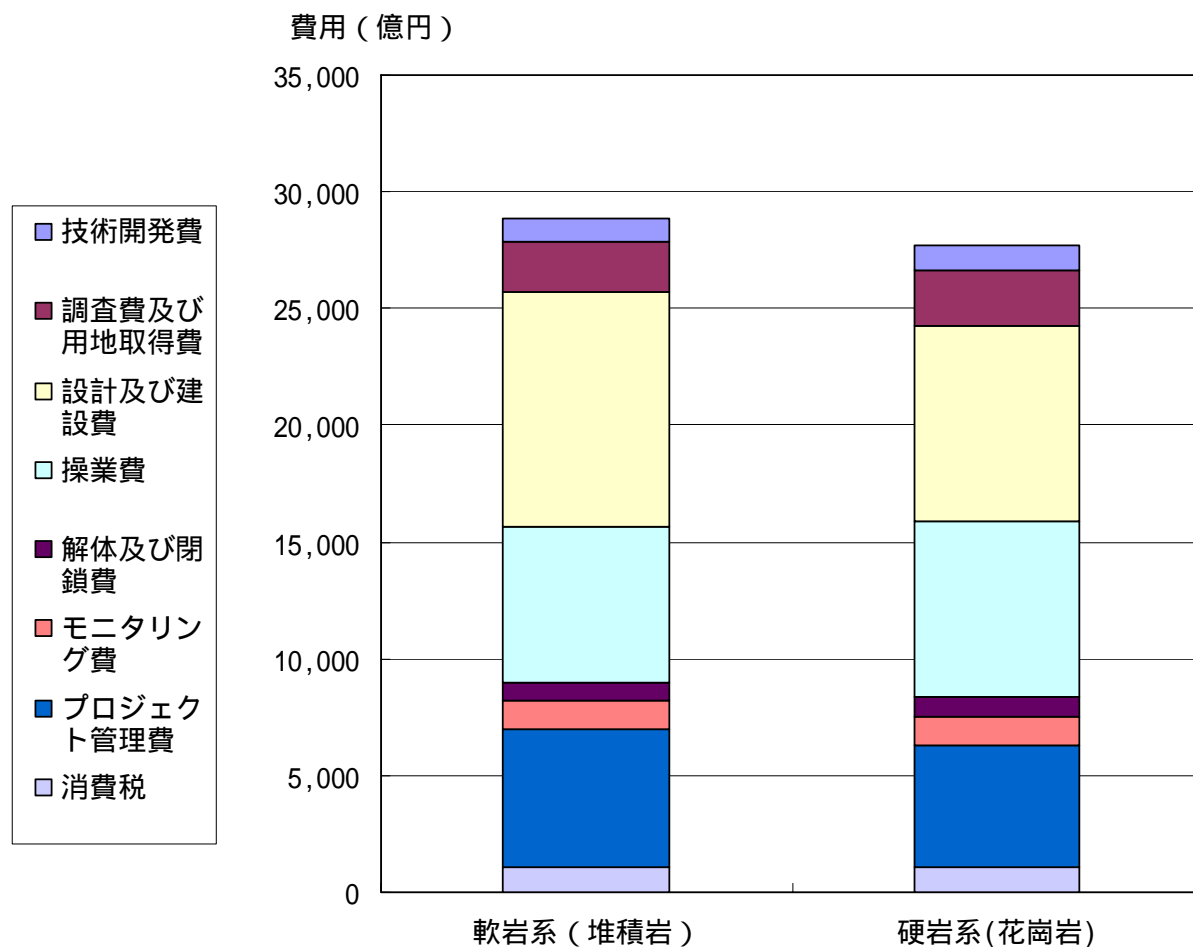
人件費単価

- 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〕
- ニ)建設統計月報(2003.7)〔国土交通省総合政策局〕 他

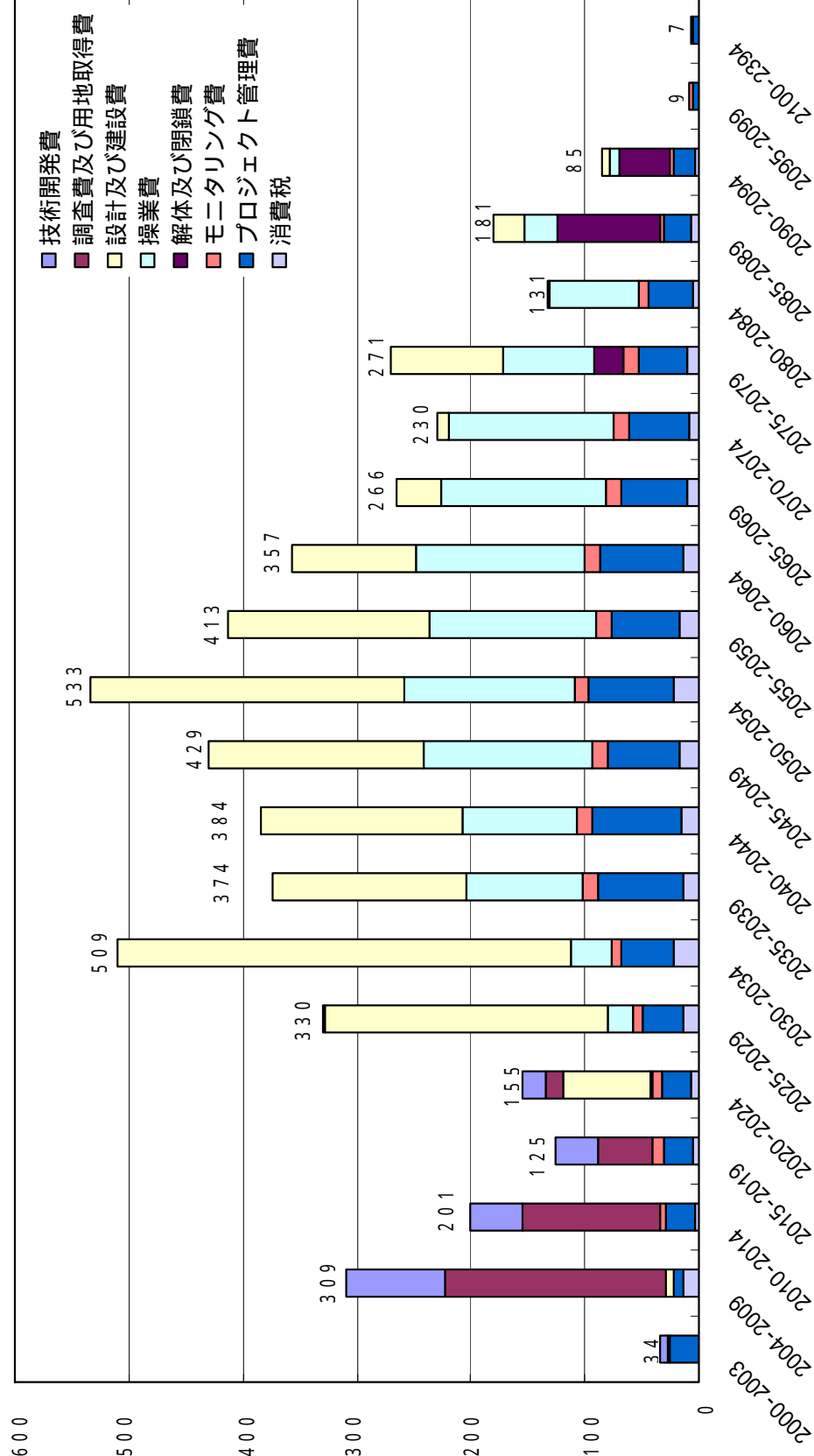
3 . 最終処分費用（平成15年計算）



（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

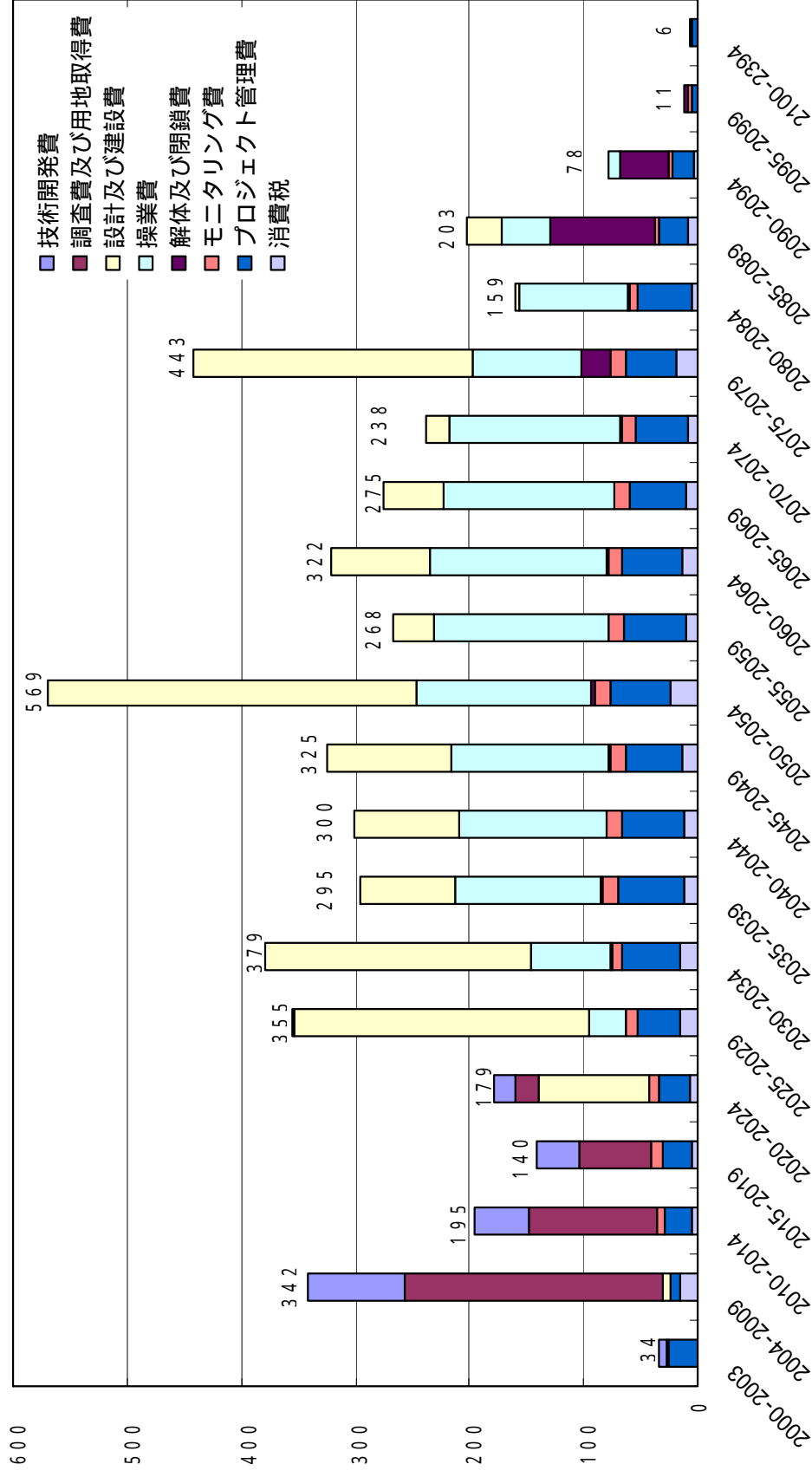
億円/年，期間平均



年度

最終処分費用（5年平均）年度展開軟岩系（堆積岩）

億円/年，期間平均



年度

最終処分費用（5年平均）年度展開硬岩系（花崗岩）

高レベル放射性廃棄物処分費用（H15年）

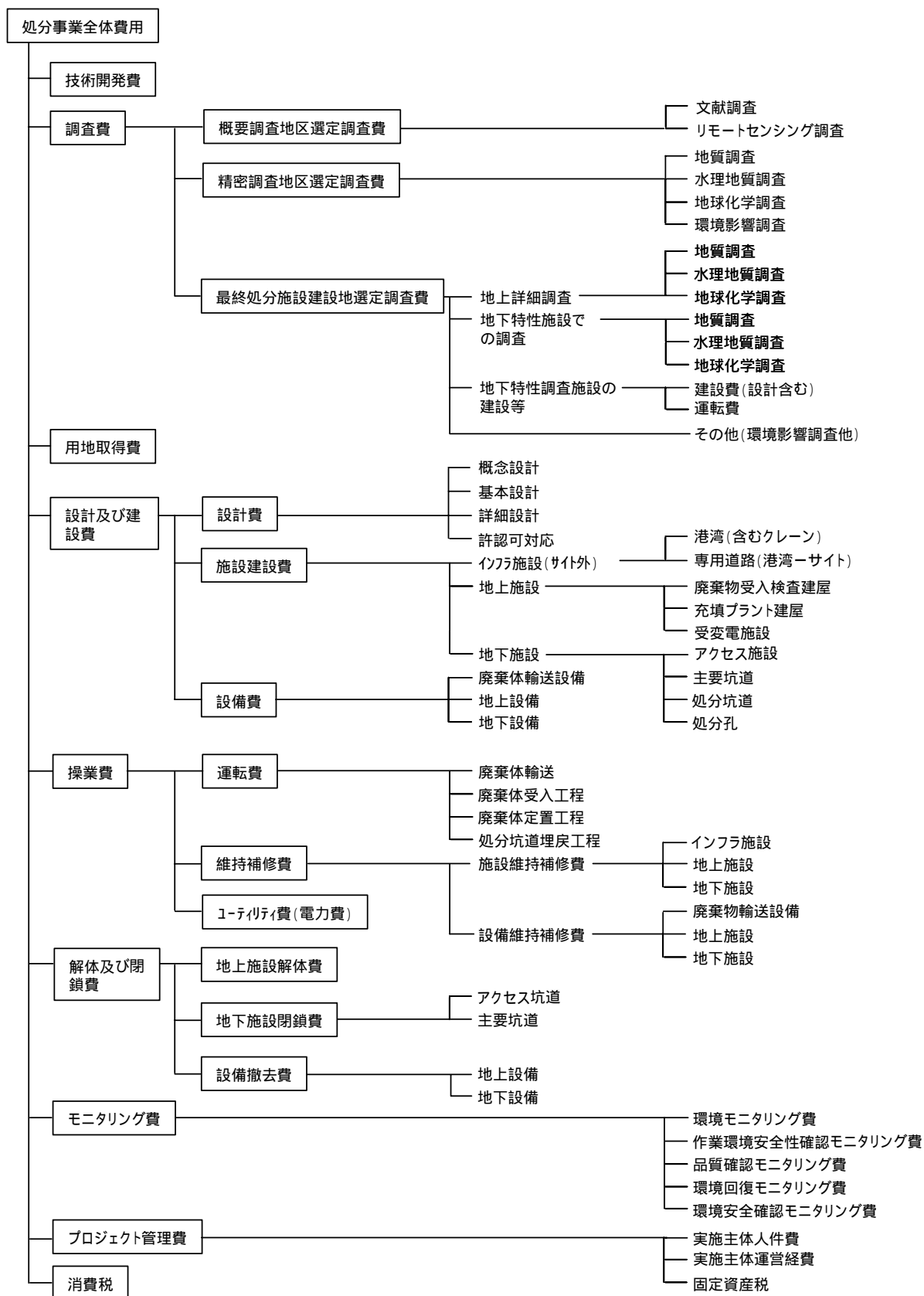
項 目	内 容	内 訳	費用（億円）	
			堆積岩	花崗岩
技術開発費	サイト評価技術	地質環境長期予測技術、深部地下水採取、現地試験等	25	25
	処分技術に係わる技術開発	処分場建設に係わる技術開発（空洞安定性評価技術、ホールドーリング等） 処分場操業に係わる技術開発（緩衝材、オーバーパックの製作、搬送、定置技術等）	513	513
	処分技術実証	天然バリアに係わる処分技術の実証（地下深部環境推測、コアフィルド岩盤特性評価、水理モデル） 人工バリアに係わる処分技術の実証（人工バリアシステムの性能確認試験） 建設・操業に係わる処分技術の実証（掘削技術の確認試験、閉鎖システムの性能確認試験）	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） ホールディング調査（ホールディング掘削、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、ホールテレビ観察等） 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） ホールディング調査（垂直ホールディング、斜めホールディング、立坑ホールディング） 各種検層（比抵抗・密度・音波・温度・キャリブレーション検層、ホールテレビ観察等） 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 5.03m、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 3.72m、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

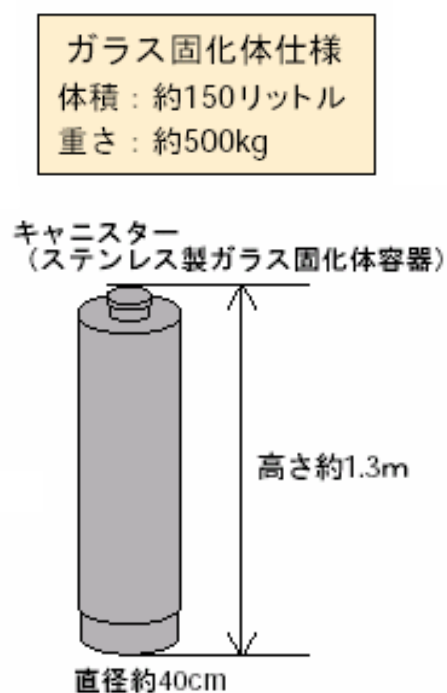
(参考1)

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)

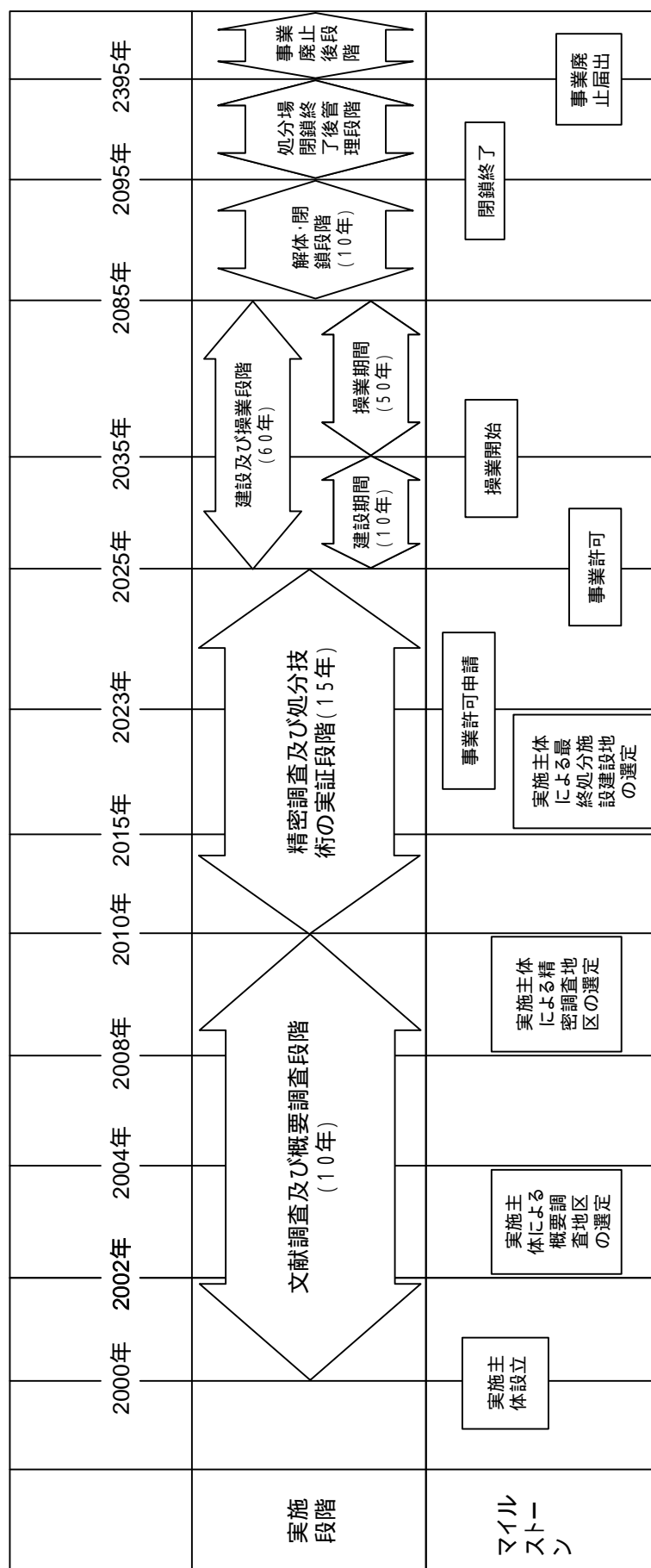
ガラス固化体の発熱量は、六ヶ所再処理施設の設計仕様(平均燃焼度45,000MWd/tの使用済燃料を年間800t再処理した場合、ガラス固化体が1,000本発生)に基づく。



(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

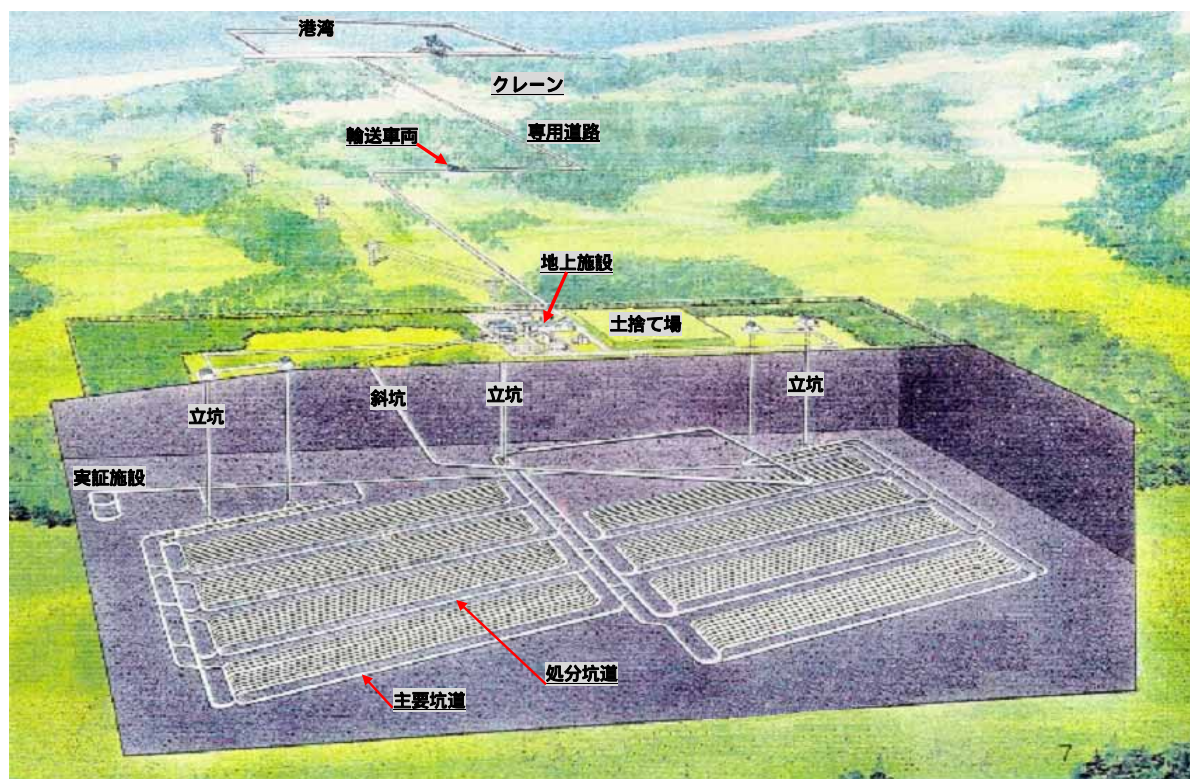
	軟岩系(堆積岩)	硬岩系(花崗岩)
深度	500m	1,000m
支保	コンクリート製セグメント	支保なし
緩衝材厚さ	70cm	70cm
緩衝材施工方法	ブロック型	ブロック型
オーバーパック材質	炭素鋼	炭素鋼
オーバーパック厚さ	19cm	19cm
地下施設へのアクセス方法	斜坑及び立坑	斜坑及び立坑

(参考 4)



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



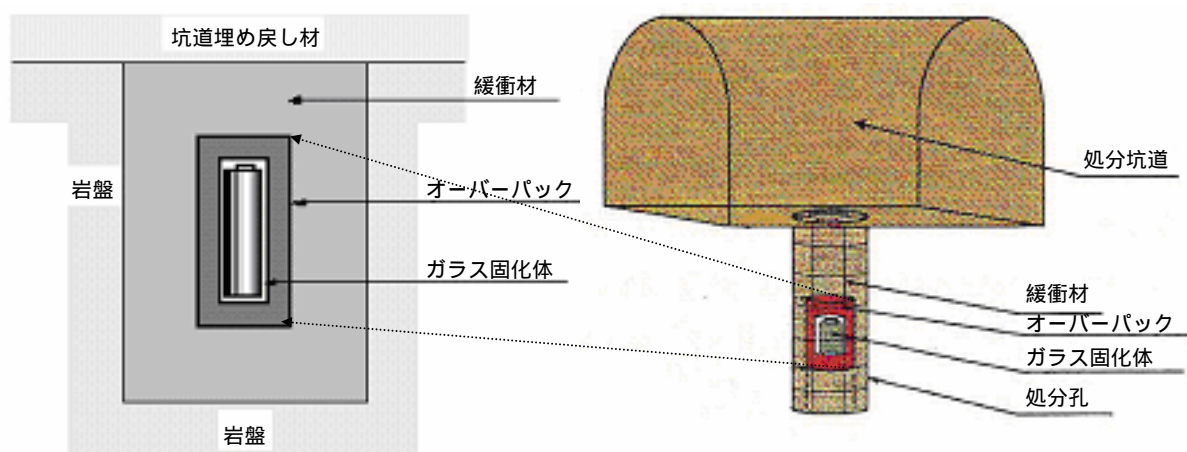
処分施設のイメージ

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

高レベル放射性廃棄物処分費用の
見積もりにおける
各項目の絞り込み等についての検討

目 次

技術開発費の範囲について	1
高レベル放射性廃棄物の処分地選定プロセスについて	2
定置方式について	3
廃棄体定置間隔 処分場レイアウト設計について	5
処分坑道断面について	6
緩衝材の厚さについて	7
緩衝材施工方法について	9
オーバーパックの材質について	10
オーバーパックの厚さについて	12
岩種について	13
深度について	14
支保について	15
費用算定における処分場埋戻し後のモニタリングの考え方について	16
アクセス方式について	18

技術開発費の範囲について

1. 役割分担の考え方

生産・製造工程等、サイト評価及び信頼性向上に関する技術開発を実施主体が行うこととし、処分費用に含めた。なお、安全規制に関する技術開発は国が実施することとし、処分費用には含めていない。

2. 実施主体が実施する技術開発内容

(1) サイト評価技術開発

地下深部での地下水採取技術、孔内原位置試験技術など核燃料サイクル開発機構等で開発されたサイト評価技術のシステム化などを図り、短期間で効率的な調査・評価ができる技術を確立する。

(2) 処分技術に係わる技術開発

製作及びハンドリング技術

オーバーパックの遠隔溶接技術、オーバーパックの遠隔検査技術、廃棄体の輸送・定置技術など、処分事業の操業を合理的・的確・安全に実施できる技術を確立する。

品質管理技術

ベントナイト鉱物の分析技術、廃棄体落下時健全性評価技術、緩衝材の品質管理技術など、処分事業の操業時の品質管理・安全確保に係わる技術を確立する。

(3) 処分技術実証

掘削技術確認試験、人工バリアシステム性能確認試験、水理モデルの適用性確認試験など、開発した技術の適用性を実際の処分環境において実証する。

高レベル放射性廃棄物の処分地選定プロセスについて

処分地選定プロセスについて、高レベル放射性廃棄物処分懇談会や、核燃料サイクル開発機構等における検討をもとに、以下のとおり設定。(その後「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」により、各々の調査の名称はカッコ内の名称となった。)

候補地選定調査(概要調査地区選定調査)

地元から誘致のあった地点の中から処分候補地を選定する(公募方式)とともに、処分候補地として適切であると判断する地点について地元に申し入れる(申し入れ方式)方式を想定。

処分場として明らかに適さない地域(断層活動、火山活動などが活発な地域、未固結岩が深部まで分布している地域、資源が地下に存在する地域)を除くため、広さ約1,000km²を対象とした文献調査、リモートセンシング、地理的環境調査、航空測量等を実施。

予定地選定調査(精密調査地区選定調査)

処分候補地について予備的調査を行い、適切と判断した場合には処分予定地として選定する。

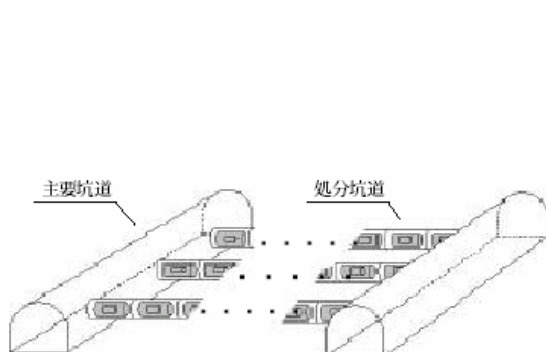
前段階で文献調査をもとに判断した内容を、現地で実際に得られたデータで確認することを目的として、広さ約150km²を対象として地質調査、ボーリング調査、岩盤物性調査、水文・水理地質調査、地球化学調査、地形測量等を実施する。また、環境影響調査も実施する。

処分地選定調査(最終処分建設地選定調査)

処分予定調査について詳細な調査(サイト特性調査)を行い、適切と判断すれば処分地として選定する。

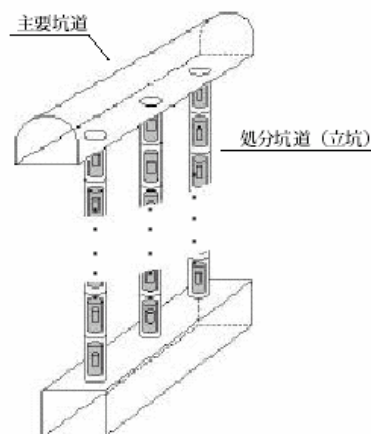
詳細な地質環境特性の把握、処分施設の設計や安全評価に必要な地質環境データの整備、実際の処分環境における処分技術を実証することを目的として、広さ約50km²を対象とした地質調査等の地上調査を行うとともに、掘削技術の確認試験、人工バリアの性能確認試験等の実証試験を実施する。更に詳細な環境影響調査を実施する。

定置方式について



① 処分坑道横置き方式

(Nagra, 1985 ; 動力炉・核燃料開発事業団, 1992a ;
土, 1997 ; 植田, 1997)



② 処分立坑縦置き方式



③ 処分孔横置き方式

(Autio et al., 1996)



④ 処分孔縦置き方式

(SKB, 1983 ; 動力炉・核燃料開発事業団, 1992a ;
Autio et al., 1996 ; 土, 1997 ; 植田, 1997)

定置レイアウトのバリエーション

核燃料サイクル開発機構「第2次取りまとめ(案)」で示されていた上記の4つの定置方式について、技術的可能性、経済性、想定される社会的要請の観点で比較した結果(次頁表) ~ のいずれの方式も、ハンドリング及び定置など技術的にかなりの開発要素があることなどから、定置方式としては、 の処分孔縦置き方式とした。

定置方式の比較

定置方式	技術的可能性 (ハンドリング及び定置)	経 済 性	想定される社会的要請	
			緊急時の避難 路の確保	再取り出し性
処分坑道横 置き方式	<ul style="list-style-type: none"> ・遠隔定置作業における姿勢制御が難しい ・緩衝材の上部隙間充填が難しい 	<ul style="list-style-type: none"> ・処分孔縦置き方式の処分孔の径と同程度の径になれば、縦置きより有利になる可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> ・2方向の避難路を確保するためには廃棄体・緩衝材の定置を完全遠隔にすることが必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・問題の廃棄体に到達する間すべての廃棄体の取り出しが必要
処分孔横置 き方式	<ul style="list-style-type: none"> ・遠隔定置作業における姿勢制御が難しい ・緩衝材の上部隙間充填が難しい 	<ul style="list-style-type: none"> ・処分孔縦置き方式の処分孔の径と同程度の径になれば、縦置きより有利になる可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> ・処分坑道埋め戻しまで2方向に避難路が確保可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・問題の生じた廃棄体単独の再取り出し可能
処分立坑縦 置き方式	<ul style="list-style-type: none"> ・遠隔定置作業における姿勢制御が難しい ・緩衝材の隙間充填が難しい 	<ul style="list-style-type: none"> ・処分孔縦置き方式の処分孔の径と同程度の径になれば、縦置きより有利になる可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> ・2方向の避難路を確保するためには廃棄体・緩衝材の定置を完全遠隔にすることが必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・問題の廃棄体に到達する間すべての廃棄体の取り出しが必要
処分孔縦置 き方式	<ul style="list-style-type: none"> ・処分孔単位の作業となり不具合発生時の対処も容易 ・緩衝材の隙間充填が容易 	<ul style="list-style-type: none"> ・高レベル事業推進準備会の中間取りまとめでは 処分坑道横置き方式より安いとされている 	<ul style="list-style-type: none"> ・処分坑道埋め戻しまで2方向に避難路が確保可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・問題の生じた廃棄体単独の再取り出し可能

廃棄体定置間隔 処分場レイアウト設計について

力学的な検討により同一坑道内の隣接処分孔の最小間隔を求め、それを与条件として熱拡散解析により、熱的条件(緩衝材の変質を避けるという観点から 100℃とした)を満足する坑道間隔を求める方法で検討を行った。

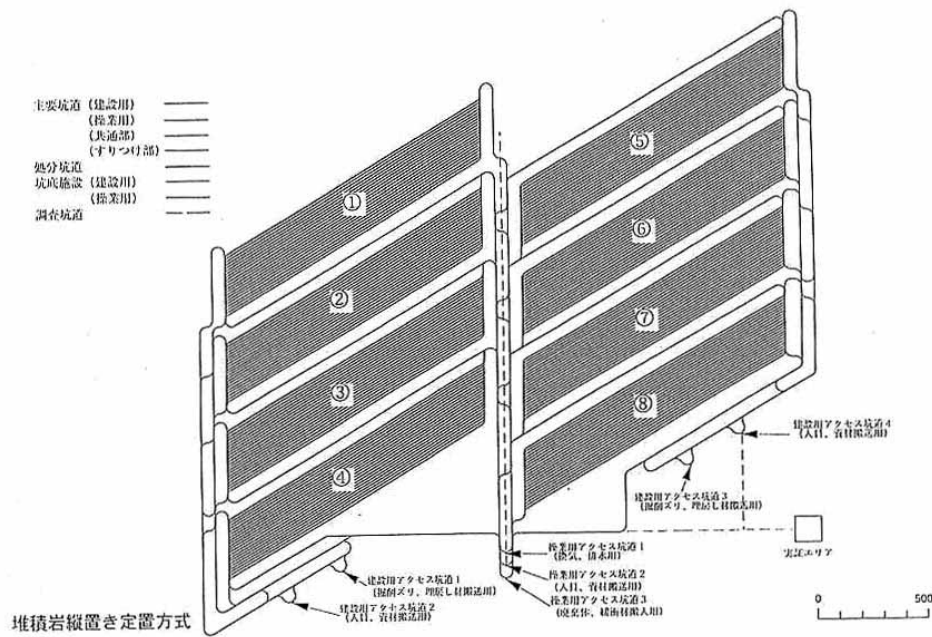
検討の結果は以下の通り。

堆積岩：廃棄体定置間隔 7.5m、処分坑道離間間隔 12.0m

花崗岩: 廢棄體定置間隔 4.7m、処分坑道離間間隔 10.0m

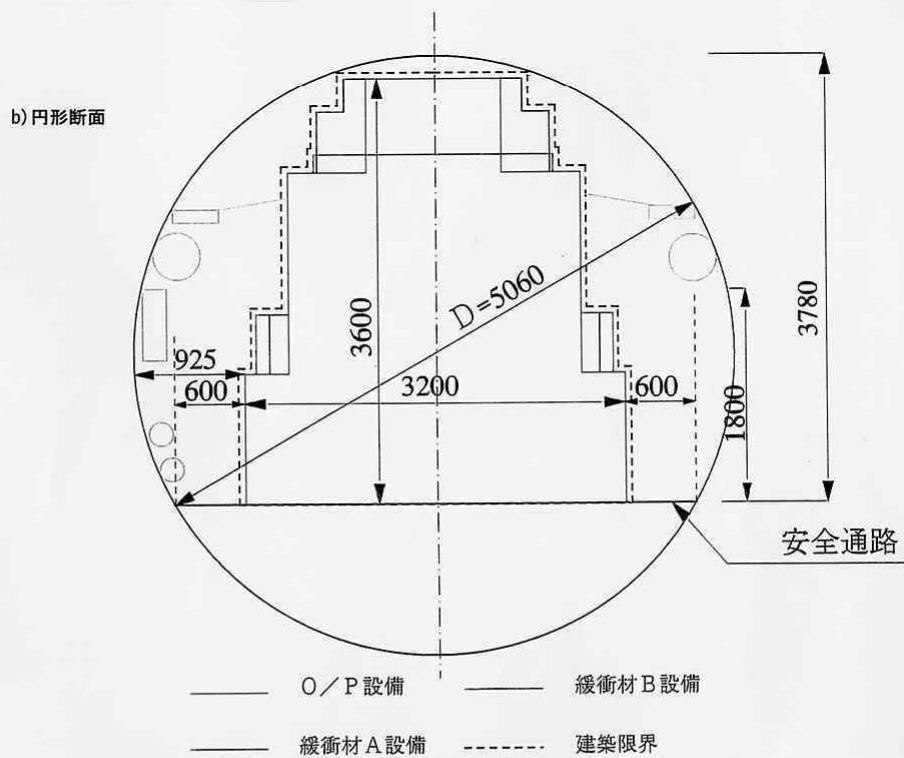
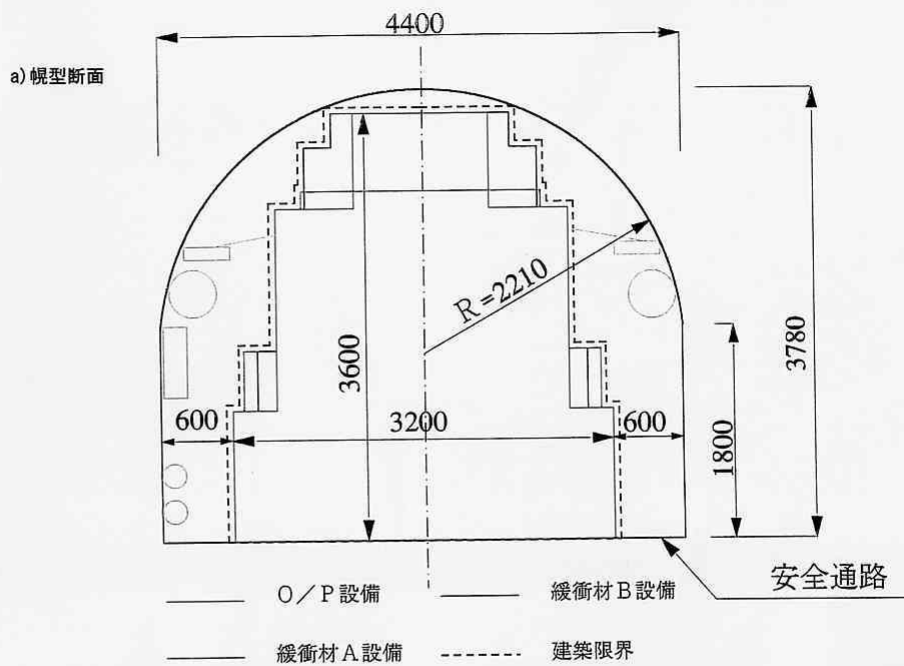
以上を参考として、処分場レイアウト(例)を以下のとおり設定した。

熱的条件とは、平均燃焼度 45,000Mwd/t の使用済燃料を再処理した後、炉取出し54年後に処分することを想定。



地下施設レイアウト(例)

処分坑道断面について



操業用主要坑道断面(縦置き定置方式)(単位:mm)

緩衝材の厚さについて

1. 検討した仕様

緩衝材厚さとして 40cm と 70cm。

2. 仕様の設定で考慮すべき技術的条件

(1) 設計の観点から

応力緩衝機能(岩盤からの応力を緩衝する機能)

自己シール機能(膨潤により緩衝材と岩盤の隙間を埋める機能)

コロイドフィルトレーション機能(コロイドろ過機能)

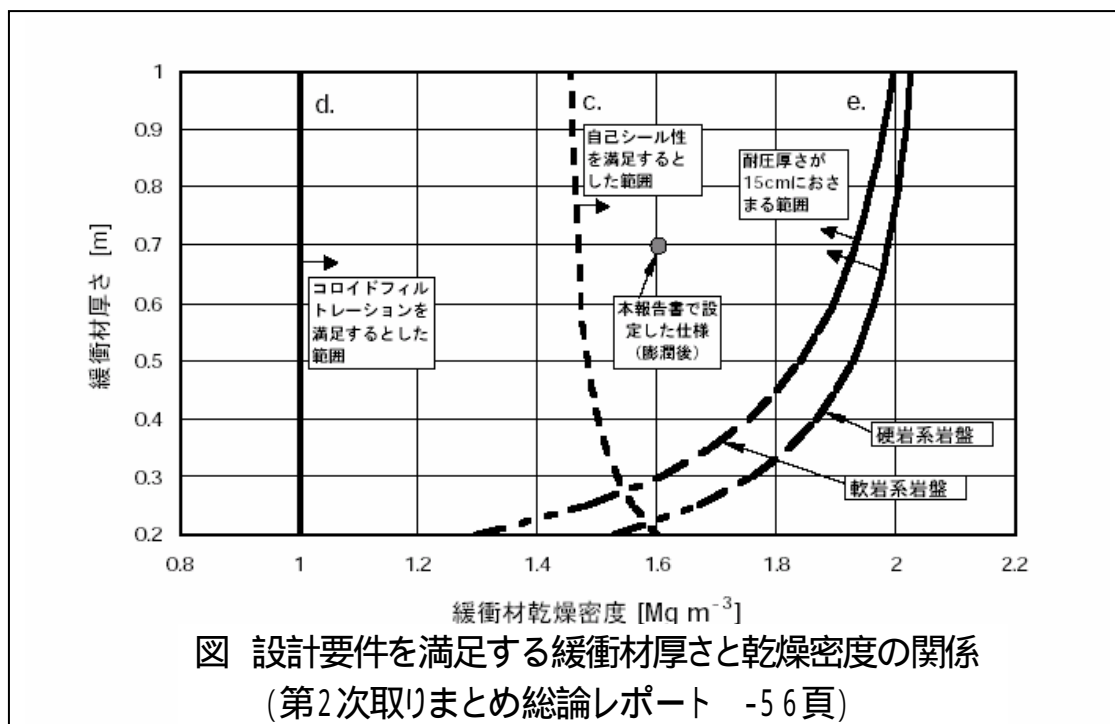
当の設計要件を満足すること。

(2) 安全評価の観点から、核種移行遅延機能を満足すること。

3. 技術的根拠

(1) 設計上考慮すべき要件

図のc, d, eの各曲線で囲まれる領域は、応力緩衝性、自己シール性、コロイドフィルトレーション等の設計要件を全て満足しうる緩衝材厚さと乾燥密度の範囲であり、緩衝材厚さ40cm、70cmともこの領域内である。なお、イオン透過による核種移行については、(2)に後述する核種移行解析結果からこの領域に影響を与えるものではないことが確認されている。



(2)核種移行遅延機能

イオン透過を考慮した安全評価における核種移行解析により、緩衝材厚さ 70cmの場合の最大線量当量率は、 $5 \times 10^{-3} \mu\text{Sv y}^{-1}$ であり、諸外国で提案されている安全基準($100 \sim 300 \mu\text{Sv y}^{-1}$)や我が国の自然放射線レベル($900 \sim 1200 \mu\text{Sv y}^{-1}$)を十分に下回ることが示されている。

緩衝材厚さ 40cmの場合の人工バリアからの核種移行率は 70cmの場合とほぼ同じであり()、最大線量率は、諸外国で提案されている安全基準($100 \sim 300 \mu\text{Sv y}^{-1}$)や我が国の自然放射線レベル($900 \sim 1200 \mu\text{Sv y}^{-1}$)より、十分低いと考えられる。

()人工バリアからの最大核種移行率(Np-237 の場合)

緩衝材厚さ 40cm: $1.23 \times 10^2 \text{Bq y}^{-1}$

緩衝材厚さ 70cm: $1.21 \times 10^2 \text{Bq y}^{-1}$

4. 設定した仕様

図の曲線cや曲線dは基本的には地質環境条件に依存せず、図から分かるように、曲線cとdに対しては、緩衝材厚さ 70cm と 40cm に裕度の差はほとんどない。

一方、曲線eは、オーバーパックの腐食量、オーバーパックの腐食生成物の特性、岩盤クリープ量の違いにより変化するもので、これらの違いは基本的には地質環境条件に依存する。

図に示した曲線eは、オーバーパックの腐食量(4cm)、オーバーパックの腐食生成物の特性(腐食膨張倍率: 体積の3倍)、岩盤のクリープ量(2cm)をそれぞれ保守的と考えられる設定として計算したものであるが、さらにそれらの量よりも大きくなるような地質環境条件を想定すると曲線eは左にシフトする。設定したオーバーパック厚さに対して緩衝材厚さ 40cm の場合には、曲線eが左にシフトして安全性を確保することが厳しくなるような地質環境条件においても、緩衝材厚さ 70cm としておけば裕度をもって安全性を確保することができる。

地質環境条件の不確実性に対し、より技術的裕度をもって安全性を確保することができることから、緩衝材厚さを 70cm と設定した。

緩衝材施工方法について

1. 検討した仕様

ブロック方式、一体型方式を緩衝材施工方法

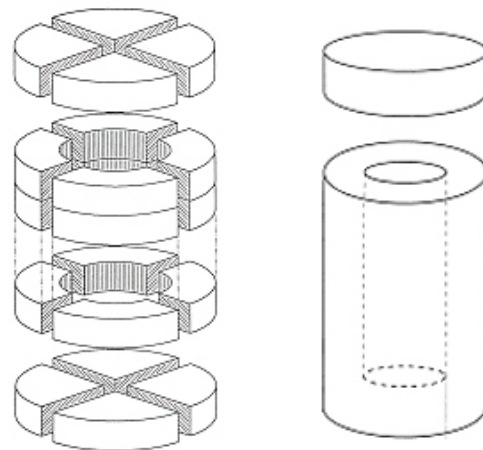
2. 仕様の設定で考慮すべき技術的条件

- (1) 要求される仕様や形状の緩衝材の製作が可能であること。
- (2) ハンドリング等施工技術が技術的に成立すること。

3. 技術的根拠

ブロック方式については、諸外国においても候補方式として多く検討されており、国内及び海外において実規模による製作実績があるとともに、施工実績もある。

一体型方式については、小型の一体型緩衝材を製作し、製作性が確認されている。また、ハンドリング時の緩衝材の安定性は有限要素法解析により、ハンドリング装置の実現性は設計により確認されている。



ブロック方式

一体型方式

4. 設定した仕様

現状において諸外国においても候補方式として検討されており、国内外での製作・施工実績も多く、工学的信頼性が高いブロック方式を緩衝材施工方法として設定した。

オーバーパックの材質について

1. 検討した仕様

炭素鋼とチタン合金(チタン-炭素鋼複合オーバーパック)

2. 仕様の設定で考慮すべき技術的条件

設計耐用年数1,000年間の閉じ込め性能を有することが必要となり、主として耐食性が重要となる。

3. 技術的根拠

(1) 炭素鋼

炭素鋼の1,000年間の全腐食深さは、圧縮ベントナイト中及び埋め戻し材中に取り込まれた酸素による腐食と、水による腐食を別々に評価し合算することにより見積もられる。

1) 酸素による腐食

・酸素による腐食深さは1.2cm。

2) 水による腐食

・長期浸漬試験に基づく水による腐食深さは1.0cm。

・微生物の活動による影響など環境条件に伴う不確実性も勘案すれば水による腐食深さは保守的に2.0cm。

以上から、1,000年間の全腐食深さは、我が国の地下水の環境条件を実験的に模擬した範囲(人工海水と人工淡水)においては、 $1.2\text{cm} + 1.0\text{cm} = 2.2\text{cm}$ となり、腐食代は3.0cm 程度となる。また、環境条件に伴う不確実性を考慮すると $1.2\text{cm} + 2.0\text{cm} = 3.2\text{cm}$ となり、腐食代は4.0cm となる。

なお、淡水性粘土中の鑄鉄管から得られた経験式から予測された腐食深さは1,000年で約1.5cm(炭山ほか、1997)と評価されている。また、国内外で天然鉄金属や考古学的鉄製品の長期の腐食事例の調査(johnson et al., 1980 Arai et al, 1989)に基づき予測される1,000年間の腐食深さは0.1cm～1.4cm であることから、上記の評価結果と同等以下であり、設定した腐食代については保守的な評価と考えられる。

以上のように、必要な腐食代を設定することにより、1,000年間の閉じ込め性能が確保される。

また、炭素鋼は、構造材や放射線遮へいとして十分な使用実績を有しており、単一材料であることから製作性にもすぐれている。

(2)チタン合金

チタン合金は、地層処分環境では孔食と応力腐食割れは起こさないことから、問題となる腐食形態は、すきま腐食と水素脆化であることが示されている。

すきま腐食

すきま腐食については、環境条件に応じて適正な合金種を選択すればすきま腐食を避けることができることが示されている。

また、すきま腐食が発生しない場合について、試験結果に基づく腐食速度(28 y^{-1})を用いて全面腐食として評価を行っても、1,000年間の腐食量は $2.8 \mu\text{m}$ であり、試作によって確認された製作上必要な厚さ 6mmと比較して無視し得るほど小さいことが示されている。

水素脆化

水素脆化に関しては、 28 y^{-1} なる腐食速度に対する水素がすべて吸収されたとしても、1,000年程度は脆化しないことが示されている。

4. 設定した仕様

炭素鋼は、チタンと比べ考古学的な長期の腐食事例の蓄積がある。また、炭素鋼は、構造材や放射線遮へい材として十分な使用実績を有するとともに、単一材料であることから、チタン-炭素鋼複合オーバーパックに比べ製作が比較的単純である。

以上から、オーバーパックの材質として、炭素鋼を設定した。

オーバーパックの厚さについて

1. 検討した仕様

オーバーパック厚さとして 18cm と 19cm を設定

2. 仕様の設定で考慮すべき技術的条件

- (1) 必要な腐食代, 耐圧上必要な厚さ, 放射線遮へい上必要な厚さ(ガラス固化体からの放射線が腐食に影響を及ぼさないために必要な厚さ)が確保されていること。
- (2) オーバーパックの厚さは, 耐圧上必要な厚さと放射線遮へい上必要な厚さの大きい方に腐食代を加えた厚さとなる。

3. 技術的根拠

(1) 腐食代

前項の材質の検討に示すとおり, 地下水の環境条件を実験的に確認した範囲(人工海水と人工淡水)においては腐食代は 3cm と見積もられる。一方, 微生物の活動による影響など環境条件に伴う不確実性も勘案すれば, 腐食代は 4cm と見積もられる。

(2) 耐圧上必要な厚さ

オーバーパックの耐圧強度計算から, 耐圧上必要な厚さは, 硬岩系岩盤で蓋部; 11cm, 胴部; 5cm, 軟岩系岩盤では蓋部; 8cm, 胴部; 3cm が示されている。

(3) 放射線遮へい上必要な厚さ

ガラス固化体からの放射線がオーバーパックの局部腐食を進展させないようにするためには, 計算上オーバーパックの厚さが約 13cm 以上必要となることから, 放射線遮へい上必要な厚さとして設計上 15cm が示されている。

4. 設定した仕様

- (1) 耐圧上必要な厚さよりも放射線遮へい上必要な厚さの方が大きくなることから, オーバーパックの肉厚は, 放射線遮へい上必要な厚さ(15cm)に腐食代(3cm または 4cm)を加えた厚さとなる。
- (2) 腐食代 3cm は, 我が国の幅広い地下水を模擬した人工海水と人工淡水に対応したものである。腐食代 4cm は, これらの条件に加え, 人工海水と人工淡水で模擬されていない実際の地下水の化学条件の影響や, 地下水中の硫酸塩が微生物の活動によりすべて還元され腐食に寄与するような保守的な条件まで考慮したものである。このように, 腐食代を 4cm としておけば, 地質環境条件の不確実性に対し, より蓋然性が高くまた技術的裕度をもって安全性を確保することができる。したがって, これに放射線遮へい上必要な厚さ(15cm)を加え, オーバーパック厚さを 19cm と設定した。

岩種について

1. 検討した仕様

堆積岩(新第三紀(2400 万年前～200 万年前))と花崗岩

2. 仕様の設定で考慮すべき技術的条件

我が国に広く分布する岩種であること。

3. 技術的根拠

我が国の地質の構成は、火山地域などを除くと、主に先新第三紀(古第三紀以前)の堆積岩や、花崗岩などの結晶質岩を基盤岩とし、それを新第三紀以降の堆積岩や未固結の堆積物が覆っているのが一般的である。

4. 設定した仕様

我が国に広く分布する堆積岩(新第三紀)と花崗岩を設定する。

深度について

1. 検討した仕様

堆積岩は地表下500m, 花崗岩は地表下1000mと1100mを設定。

2. 仕様の設定で考慮すべき技術的条件

- (1) 将来の隆起・侵食量
- (2) 処分に適した地化学環境(還元性雰囲気)^{注)}の確保。
- (3) 現状の技術で合理的に建設できること。

注) 一般的に酸素がほとんどない地下水(還元性雰囲気での地下水)には, 物質が溶けにくいという性質がある。また、還元性雰囲気では地下水に溶け込んだ物質は酸化性雰囲気に比較し、岩盤に吸着されやすいという性質がある。

3. 技術的根拠

- (1) 将来の隆起量については, 第四紀の地殻変動に関する評価結果(第四紀約160万年間で500m程度の隆起)から, 今後100万年間の我が国の平均的な隆起量は約300m程度と考えられる。
- (2) 処分に適した地化学環境(還元性雰囲気)については, 核燃料サイクル開発機構の地層科学研究の成果を参考にすると, 堆積岩の場合地表から200m程度以深, 花崗岩の場合600m程度以深となれば還元性雰囲気が十分確保できる可能性が高い。
- (3) 現状の技術では堆積岩は地表下500m程度までは現実的な支保を設置することで処分場の建設が可能。花崗岩は地表下1000m程度でも無支保で処分場の建設が可能。

4. 設定した仕様

現状の技術で合理的な建設が可能な範囲で, なるべく深くするとの観点から, 堆積岩については地表下500m, 花崗岩については地表下1000mを処分深度として設定した。

支保について

1. 検討した仕様

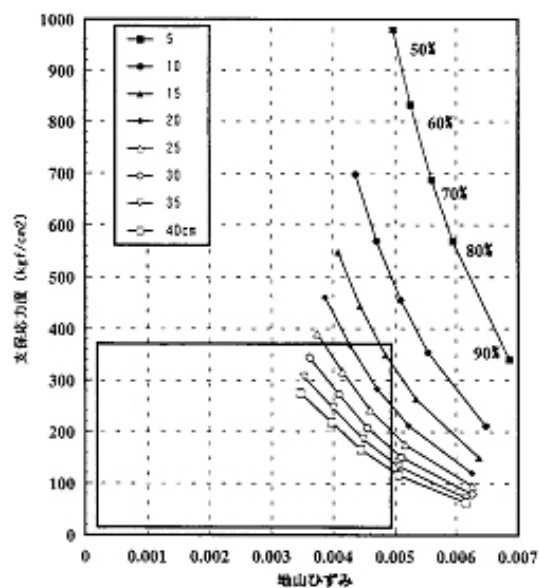
- (1) 軟岩系岩盤: 現場施工の覆工コンクリート、コンクリート製及び鋼性セグメントによる支保
- (2) 硬岩系岩盤: 支保なし

2. 仕様の設定で考慮すべき技術的条件

- (1) 建設から操業期間中の坑道が力学的に安定であること。
- (2) 支保の材料が人工バリアに有意な影響を与えないこと。

3. 技術的根拠

- (1) 理論解析及び有限要素法解析の結果、軟岩系岩盤500mのケースでは厚さ1mの現場施工の覆工コンクリート、あるいは厚さ15cmのコンクリート製セグメント(右図参照)によって坑道の安定性が保たれる。
また、硬岩系岩盤1000mのケースでは無支保で坑道の安定性が保たれる。
- (2) コンクリート材料として、低アルカリ性コンクリートを使用することなどによって人工バリア性能への影響を十分低減できる見通しが得られつつある。



コンクリートセグメントの支保圧力度と地山ひずみの関係

(左下枠線内が設計基準を満足する支保仕様)

(「高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術」(電力中央研究所・電気事業連合会)より)

4. 設定した仕様

軟岩系岩盤: 安定性を低下させることなく、実績が多く、安価なコンクリート性支保を用いることとする。また、その際、より大きな坑道径を掘削する必要のある現場施工方式でなく、セグメント方式の支保を用いることとする。

硬岩系岩盤: 支保なしとする。

費用算定における処分場埋戻し後のモニタリングの考え方について

費用算定における埋戻し後の管理の考え方については、IAEAが高レベル放射性廃棄物の処分に起因する危険性から人間と環境を防護するための基本的な指標としてまとめた「高レベル放射性廃棄物の地層処分にに関する安全規則と技術規準」及びOECD/NEAが廃棄物の管理政策の基調となる関連原則をまとめた「放射性廃棄物の処分」の考え方にに基づき、以下の通り設定した。

1. 国際機関の考え方

(1) IAEA「高レベル放射性廃棄物の地層処分にに関する安全規則と技術規準」

埋戻し後(Post sealing)の高レベル放射性廃棄物処分場の安全性は、処分場の管理が終了した後、モニタリング、監視あるいはその他の制度的管理や修復活動の必要性に頼るものであってはならない。

(2) OECD/NEA「放射性廃棄物の処分」

永続的な監視の信頼性を疑う人々も、将来の一定期間にわたって制度的な管理を維持することができ、また受動的な人工または天然バリアの部分的な肩代わりとして利用することの妥当性を認めている。問題は、その期間の長さの決定であるが、この期間がおそらく数百年(a few hundred years)よりも永くならないという点で、一般の合意が成立しつつあるように思われる。

2. 埋戻し後の処分場の管理

上記の埋戻し後の処分場の管理としては、以下が考えられる。

(1) 環境回復確認モニタリング

モニタリングは、処分場の周辺に配置されたボーリング孔を利用して、以下の項目について、閉鎖後継続して観測する。

- ・地下水位の回復状況
- ・間隙水圧の回復状況
- ・地下水の水質の回復状況

(2) 環境安全確認モニタリング

処分場閉鎖後の安全性(特に人間環境への放射線影響)を確認するため、処分場の境界外に設置されたモニタリングポストで地表水及び空気中の放射エネルギーを継続して観測する。

3. モニタリングの期間

(1) 科学的観点から求められる期間

埋戻し後のモニタリングのうち、環境回復モニタリングの期間については予測解析に基づき設定され、一般的には、

- ・地下水位の回復 : 地表付近までの回復期間を20年程度
- ・間隙水圧の回復 : 当初の間隙水圧分布までの回復傾向確認期間として50年程度
- ・地下水の水質回復: 処分場周辺の水質の回復傾向確認期間として50年程度

と考えられる。

これらの状況は処分岩体の水理特性に依存することから、低い透水係数の場所が選ばれた場合も考慮し、モニタリング期間を必要想定期間の2倍程度を見込み100年間と設定した。

(2) 社会的要請から考えられる期間

環境安全モニタリングは、技術的観点からのモニタリングが終了すれば、IAEAの安全規則に述べられているように本来終了しても良いもの。

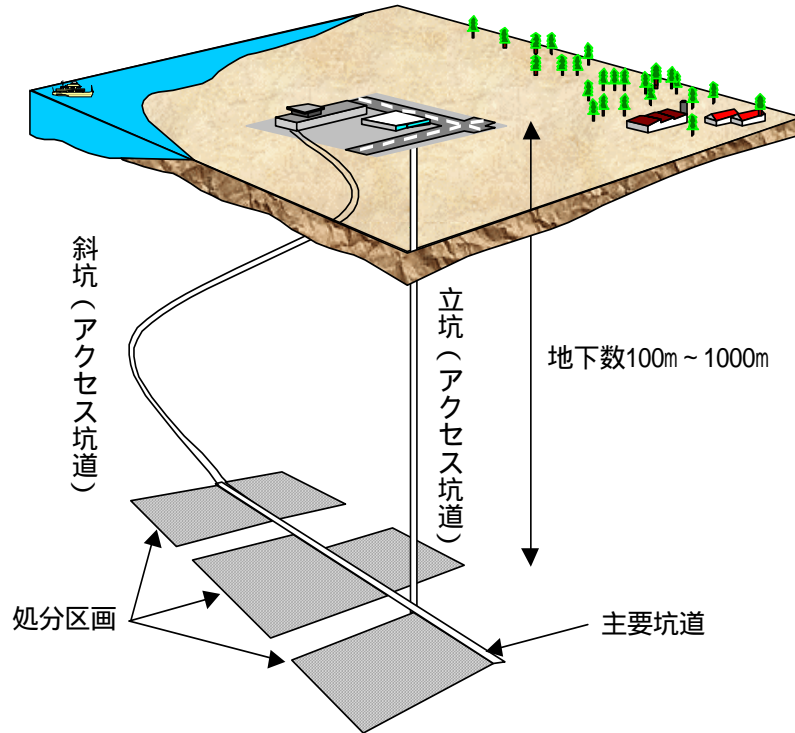
しかしながら、高レベル放射性廃棄物処分懇談会報告書にも示されたように、国民の安心を得るためには、処分場の閉鎖終了後も一定期間の管理体制を維持することも検討しておくことが必要である。

以上から、今回の費用算定においては、環境安全モニタリング期間をOECD/NEA等で制度的に管理を維持することができると考えられている期間(数百年)を参考とし、300年間に設定した。

アクセス方式について

1. 検討した仕様

アクセス方式として「全て立坑」と「斜坑及び立坑」を設定



2. 仕様の設定で考慮すべき技術的条件

アクセス坑道は、地上から地下への連絡や物流の経路を提供するものであり、作業の安全性や物流効率等について考慮する必要がある。

3. 技術的根拠

それぞれの方式の特長は以下のとおり示されている。

- ・ 立坑方式: 坑道延長が最短となる。大深度地下構造物へのアクセス方式としての実績は最も多く、一般に工費、工期の面から深度200mを超える場合に有利となる。操業の観点からは、立坑方式はエレベータ搬送であるため斜坑方式に比べて短時間での搬送が可能となる。
- ・ 斜坑方式: 坑道延長が長くなるため比較的深度の浅い場合に採用される例が多く、実績は比較的多い。操業の観点からは、斜坑方式は安全対策が立坑方式の落下防止対策に比較して容易であるという利点を有する。地層処分関連施設においては、直線的な斜坑はスウェーデンの原子炉廃棄物最終貯蔵所(SFR)や米国のユッカマウンテンで、スパイラル坑道はスウェーデンのエスポ島ハードロック研究所(HRL)やフィンランドのオルキルオトVLL処分場で採用されている。

4. 設定した仕様

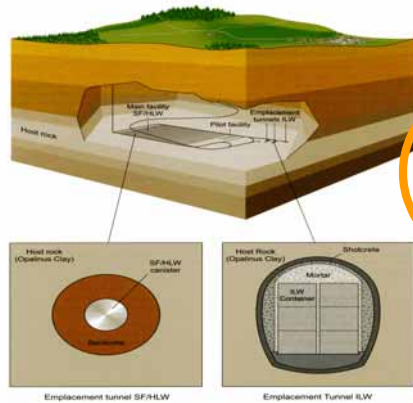
廃棄体の搬入に関わるアクセス坑道は、安全性を最優先して斜坑方式を適用することとし、その他のアクセス坑道については効率的に搬送が可能で実績が多い立坑方式を採用することとする。

付属資料 - 3 : 使用済燃料の直接処分に関する海外事例

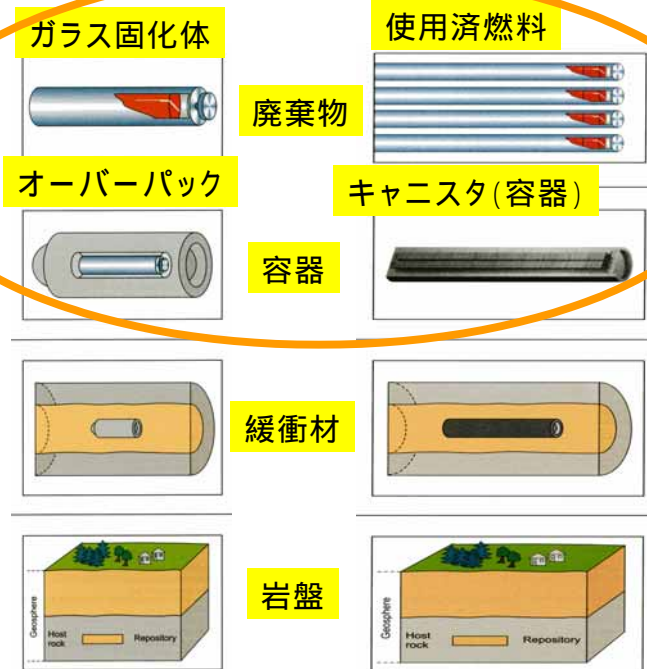
(1) 高レベル放射性廃棄物処分にに関する各国の現状

	処分サイト	処分施設	処分廃棄物
国名	処分場の候補サイト 候補岩種	処分深度 処分場の規模	対象廃棄物 処分費用 処分量
フィンランド	ユーロキ自治体 オルキオ 岩種 結晶質岩	深度: 500m(基本ケース) 面積: 0.3km ² 処分前延長距離: 13km (処分量2,600tベース)	使用済燃料(BWR・VER) 処分費用: 約8億5千万ユーロ(約1,006億円) (2,600tベース) 既存原子炉40年運転を想定 処分量: 6,500t(ウラン換算) 新規原子炉追加を想定
米国	ネバダ州ロッカマウンテン 岩種 凝灰岩	深度: 200m~500m 面積: 4.65km ² 処分前延長距離: 6.9km	ガラス固化体(国防用が主) 使用済燃料(商業用が主: BWR・PWR他) 処分費用: 約575億US\$ (約6兆9,580億円) (使用済燃料が86,300t(ウラン換算)、ガラス固化体約22,000本を前提) 処分場における処分量: 70,000t(ウラン換算) (使用済燃料65,333t, ガラス固化体4,667t)
デスウェーデン	オスカーシャム及び エストハマル 岩種 結晶質岩	深度: 400~700m 面積: 1~2km ² 処分前延長距離: 4.5km	使用済燃料(BWR・PWR) 処分費用: 約240億SEK(約3,359億円) (R&D, 輸送を除く) 処分量: 9,300t(ウラン換算)
ドイツ	ニーダーザクセン州 ゴアレーベン 岩種 岩盤ドーム	深度: 840~1,200m 面積: 未定	ガラス固化体と使用済燃料(PWR・BWR他) 処分費用: 未定 処分量: 24,000m ³
フランス	サイトは未定 岩種 未定	深度: 未定 面積: 未定	カテゴリ-C廃棄物(ガラス固化体)(PWR他) 処分費用: 未定 処分量: (処分対象廃棄物の1998年末の貯蔵量ガラス固化体1,630m ³)
スイス	サイトは未定 岩種 花崗岩 オマリナス粘土	深度: 400~1,000m 面積: 未定	ガラス固化体と使用済燃料(BWR・PWR) 処分費用: 約44億Sfr(約3,564億円) (内 建設14億4,000万Sfr) 処分量: 4,412t(ウラン換算)
日本	サイトは未定 (2002年公募開始) 岩種 未定	深度: 300m以上 面積: 未定 処分前延長距離: 未定	ガラス固化体(BWR・PWR) 処分費用: 約2兆9千億円(4万本ベース) 処分量: ガラス固化体 4万本以上

(2) 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)

(3) 米国における高レベル放射性廃棄物の処分計画

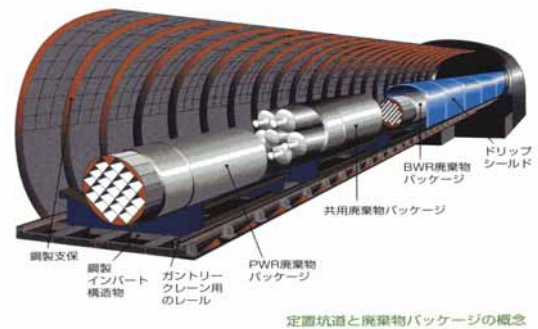
- ユッカマウンテンは砂漠地帯
- 処分場は地下水面より約300m上方に建設
外側が高ニッケル基合金、内側がステンレス鋼の2重構造の容器に封入
- 閉鎖後の1万年までの安全性評価¹
- 再取り出し性の確保²

1 ネバダ州などによる訴訟についての連邦最高裁判所判決により、環境保護庁（EPA）規制での1万年の環境放射線防護標準遵守期間は無効とされ、エネルギー省（DOE）、EPA及び連邦会議が現在対応方法を検討中。

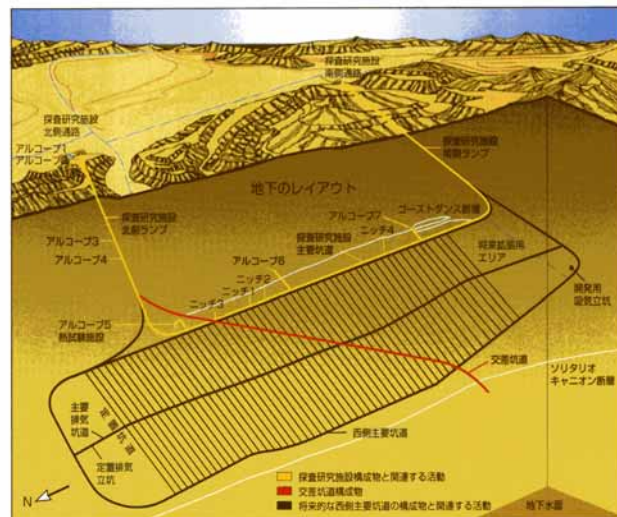
2 1982年放射性廃棄物政策法（1987年修正）使用済燃料の処分 第122条（抜粋）

処分場は、いかなるものも、当該施設の妥当な作業期間中、住民の健康及び安全又は環境等に関する理由から、又は、かかる使用済燃料中の経済的に重要な含有物の回収を図る目的で、かかる処分場に定置された使用済燃料を再び取り出すことができるよう設計・建設されなければならない。

砂漠地帯であること、閉鎖後の強制換気システム設計等により処分廃棄体が高温でも処分可能であることと評価している。

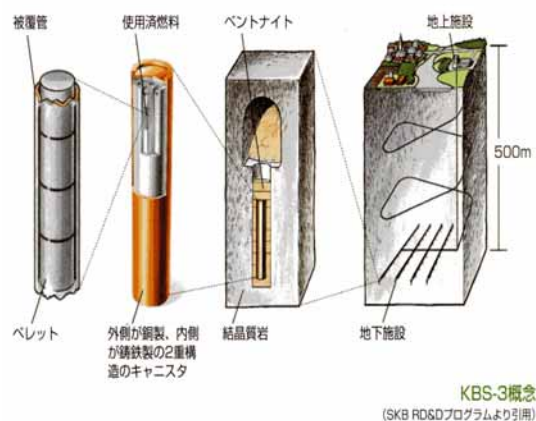
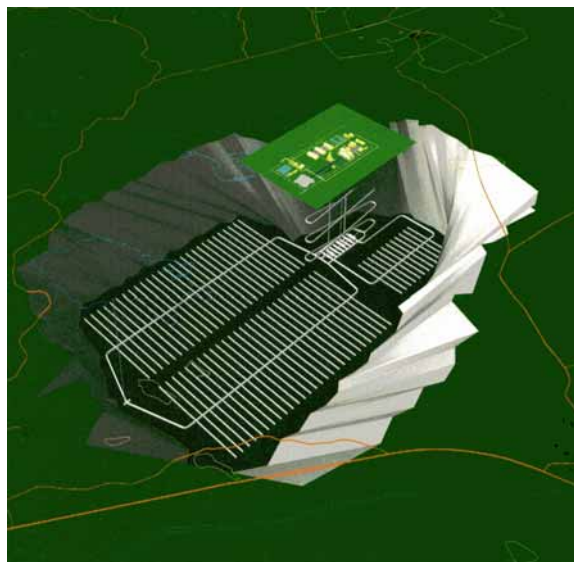


定置坑道と廃棄物パッケージの概念



ユッカマウンテンで検討されている処分場の概念図
(民間放射性廃棄物プログラム・プラン第3版より作成)

(4) 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、内側が鋼鉄製の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。



付属資料 - 4 : 使用済燃料の直接処分の諸外国における臨
界
に関する評価例

使用済燃料の直接処分時の臨界評価について ～ 諸外国における評価状況

項 目		米 国	スウェーデン	スイス	フィンランド	ベルギー	英 国	備 考
臨 界 評 価 ・ 対 策	Preclosure Criticality 〔 廃棄物容器にSFが収納した状態で臨界が発生する可能性があるか否かの検証。 〕	<ul style="list-style-type: none"> ・SFを廃棄物容器に収納する前に、各燃料集合体が臨界に達しないよう管理；初期濃縮度を閾値とする最小許容燃焼度 (Loading Curve) でチェック。 ・未臨界状態維持のため、減速物質の存在についても必要に応じて管理。 ・容器内に水が充滿した状態でも未臨界が維持できるよう設計。 ・未臨界状態維持のための別オプションとして、燃料集合体装荷数の少ない容器についても考慮。 標準設計；PWR121体/BWR44体に対して、PWR12体/BWR24体 ・1万年経過後、廃棄体パッケージが破壊、内部バスケットが完全に崩壊し、集合体は健全であり廃棄体パッケージ底部が健全である場合、水の浸入により臨界となる可能性は否定できない。燃料集合体の崩壊がおこると、減速材の存在可能スペースである燃料ロット間の距離が低減するために、臨界の可能性は低下する。また、廃棄体パッケージの底部の破壊は減速材となる水が排出されるため、臨界可能性を低下させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・SR 97での評価結果；燃料集合体が健全で燃焼度が考慮されていれば、現行設計のキャニスタで臨界は生じない SKIは燃焼度の考慮が必要なることを弱点と指摘 ・RD&D 98に対する評価；SKIは臨界解析の見直し (updating) を要請 ・最近の知見 (～ RD&D 2001)；SKBIは臨界安全裕度の検討に着手。PosivaやNagraの臨界評価との比較調査を実施。燃料中のランタニドを考慮に入れるための評価を実施中。現実的な事故シナリオ抽出のための検討を計画中。 ・DOEのLoading Curveと類似した手法 (limit curve) で評価を実施。アクチッドに燃焼度クレジットを適用すれば、CLABで1998年末現在貯蔵中のSF (PWR/BWR) は処分場で受入可能との結論。 	<ul style="list-style-type: none"> ・臨界問題はSFの場合に極めて重要な問題と指摘。 ・臨界防止のため、受入SFの最低燃焼度レベルを設定する必要があると指摘。 ・燃焼度が15GWd/t (UO₂燃料) あるいは22GWd/t (UO₂+MOX燃料) であれば、燃料の状態 (健全、破壊) によらず、キャニスタ内の空隙部に水が充滿していても未臨界状態が維持されるとの解析結果が得られている。平均燃焼度のMOX燃料とUO₂燃料での反応度は、最初の数百年はAm²⁴¹の影響で減少し、その後数万年でU²³⁵の生成のため徐々に初期反応度に戻る。 ・臨界防止のため、使用済燃料封入施設操業に係る廃棄物受入クイテリヤとして最低燃焼度要件の設定を提言。処分場受入前に、非破壊検査 (中性子 / のスキャン測定) によって燃焼度や発熱量を同定する手法を想定。燃料集合体がこの最低燃焼度要件を満たさない場合は、高燃焼度燃料を併置するか幾何形状を変えるためにボイドスペースに砂等の不活性充填材を入れて反応度を下げる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・キャニスタ内の空隙部に水が充滿していても未臨界状態維持を確保。 ・臨界安全基準を満たすことがAnttila(1999)に示されている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・初期研究段階ではあるが、研究は実施中。 ・臨界評価は使用済燃料に限定して実施 (その他の廃棄物の包含する核分裂性物質はSFよりはるかに少ないため)。 ・廃棄物容器中に水が侵入した想定での保守的解析 (未照射の燃料 (3.5% U²³⁵/Utot) と、20GWd/tHMの燃焼度の燃料に対する臨界の可能性を評価) を実施したが、未臨界を維持することを確認。 ・事故的な状況 (極端な例では、砂が水で置き換わるなど) を考えると、臨界に近くなることも考えられる。その対策としては、最小燃焼度クレジットを認める。ボロンスチール分離板の形で中性子吸収剤を追加するなどが考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物容器に収納する核分裂物質を制限することによって、臨界発生は回避可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・要点 廃棄物容器内の核物質量を制限；燃焼度を受入条件にすることで臨界の回避を確実にすることが可能。但し、その担保方策を講じる必要がある。
	Postclosure Criticality 〔 廃棄物容器の閉じ込め性が喪失した後の臨界発生の可能性の検証。 〕	<ul style="list-style-type: none"> ・現状の処分場設計や燃料条件の下で閉鎖後臨界条件が成立する確率は極めて低い。 ・外部での臨界可能性は、1万年以降において、4x10⁻¹²以下と評価される。これは、核分裂物質に十分な水の滴下が得られる条件が限られていること、核分裂性物質が蓄積するための亀裂やリソフィーズ (中空状の球顆) 密度は限られていること、廃棄体の低溶解度による浸出する核分裂物質の低濃度、浸出液を希釈し中性化し沈殿を生じさせるために必要な水が少ないこと による。 ・処分に必要1万年間に対して、TSPAでは発生確率が低いため、閉鎖後臨界は考慮除外事項。 ・臨界を誘発するような廃棄物容器バリアの喪失は処分後1万年を超えないと発生しない (水が少ない自然条件、耐腐食合金容器、チタ製ドリフシールド)。 ・仮に閉鎖後臨界が発生したとしても、その影響が処分場性能を危うくすることはない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・核分裂物質漏洩によるキャニスタ外部での臨界の確率は、極めて低く、想定される臨界影響も小さいと主張 (SR 97)。 ・20億年前にOkloで発生した自然臨界の状況に基づき、臨界形状に達するメカニズムの検討を行ったが、臨界を引き起こすための一連の事象が処分場で想定される発生事象とは異なることが判明した。 ・長期の変遷について キャニスタインサートの蓄積により、燃料チャンネルの形状が低下して臨界の発生を阻害する。また、核分裂性物質のローカルな蓄積による影響もその確率は低く、例えばそれが起こったとしても臨界の影響は少ないと判断。 	<ul style="list-style-type: none"> ・例えば、長期間経過した後、大量のウランがベントナイト中に浸透し、空隙部に沈着する等の事象についても解析を実施しているが、臨界状態に至らないことを確認。 ・オロ天然炉の観察結果に基づく解析等も実施したが、臨界には至らない結果を確認。 ・閉鎖後安全評価において臨界問題も検討されているが、詳細な検討内容は示されていない。検討は継続中。(OECD/NEA) ・使用済燃料が装荷されたキャニスタは、その燃焼度が少なくとも15GWd/tHMであれば健全な時及び破壊してホイドが水で満たされた時の両方で未臨界である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・評価結果見られず。 	<ul style="list-style-type: none"> ・長期間を経た後の燃料集合体のジオトリ変化後の臨界リスクに関する系統的研究は未実施。 ・臨界の評価完結するためには、今後多くの研究が必要になる。例えば： <ul style="list-style-type: none"> ・ウランや他のアクチノイドの移行や再沈殿に関する研究 ・機械、化学的および核変化に関するシナリオの開発 ・砂に代わる充填剤としてのホウケイ酸ガラスフリット (Borosilicate glass frit) に関する研究 ・長期間における変遷について ・化学的变化については、Pu²³⁹とU²³⁵の化学的分離は理論的に可能性はあるが現段階ではその現実性の程度は低いと考えられる。一方、長期間後にはPu²³⁹がU²³⁵に崩壊し、U²³⁵が単独で濃縮することが考えられるが、そのためには数トンオーダーのU²³⁵が集中する必要があるが、現段階ではその可能性を排除できると思われる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・長期的には、廃棄物容器の物理的閉じ込め機能が喪失することによって、核分裂物質が漏出・移動し、新たな配置で蓄積すると原理的には臨界を生じ得ると指摘。 ・英国の研究の結果、臨界を発生させるに十分な量の核物質の蓄積が処分場内で発生する確率は低く、また、仮に発生しても局所的事象であり、処分場の閉じ込め能力への影響は無視し得る。 ・廃棄物容器内への核物質の配置や処分場内での配置方式によっても臨界発生確率を低減可能。 ・諸外国 (英、スウェーデン、独、米等) の研究状況についても紹介。 ・なお研究継続中の模様。 	<ul style="list-style-type: none"> ・要点 処分後、長期経過後に核分裂物質が容器から漏出し、別の場所で再蓄積して臨界を誘発する事象は、発生確率が極めて低く、仮に臨界が発生しても処分場コアフィールド領域であれば、影響は局所的で処分場性能に影響は及ぼさない。但し、研究を継続している機関が多い。
参考資料		<ul style="list-style-type: none"> ・Yucca Mountain Science and Engineering Report, DOE/RW-0539-1 (2002.2) ・J. Ahnほか (1996) : Underground Autocatalytic Criticality from Fissile Materials Solidified in Borosilicate Glass, JNC ZA0995 96-001. 	<ul style="list-style-type: none"> ・RD&D-Programme 2001, TR-01-30 (2001.9) ・Criticality safety calculations of storage canisters, TR-02-17 (2002.4) 	<ul style="list-style-type: none"> ・NAGRA Safety Report, NAGRA NTB 02-05. ・Safety of Disposal of Spent Fuel, HLW and Long-lived ILW in Switzerland, OECD/NEA (2004) 	<ul style="list-style-type: none"> ・Safety assessment of spent fuel disposal in Haestholmen, Kivetty, Olkiluoto and Romuvaara TILA-99 (1999.3) ・Posiva's Application for a Decision in Principle concerning a Disposal Facility for Spent Nuclear Fuel, STUK-B-YTO 198 (2000.3) 	<ul style="list-style-type: none"> ・Technical Overview of the SAFIR-2 Report, ONDRAF/NIRAS, NIROND 2001-05 E (2001.12) 	<ul style="list-style-type: none"> ・The Scientific Foundations of Deep Geological Disposal, Nirex Report No: N/016 (2001.2) ・(Post-closure Performance assessment. Topical Report on Post-closure Criticality Safety Assessment, Nirex Science Report, S/98/004 (1998) 	
備 考		<ul style="list-style-type: none"> ・商用使用済燃料に限定 (大別して10種類程度の使用済燃料ならびに高レベル廃棄物を受け入れる予定) 	<ul style="list-style-type: none"> ・RD&D プログラム2001によれば、実施中の臨界検討は3年程度 (RD&D プログラム2004までには) 終了する見通し。 		<ul style="list-style-type: none"> ・詳細検討報告書未入手 (Criticality safety calculations for the nuclear waste disposal canisters for twelve spent fuel assemblies, Posiva Working Report 99-03) 			

注) SF; 使用済燃料 TSPA; 総合システム性能評価 SKB; スウェーデンの放射性廃棄物処分実施主体 SKI; スウェーデンの原子力規制当局 Nagra; スイスの放射性廃棄物管理研究機関 Posiva; フィンランドの高レベル放射性廃棄物処分実施主体 RD&D プログラム; SKBが3年に1回政府に提出するHLW処分研究開発計画 SR97; SKBが実施した地層処分安全評価