

地層処分に関する日本の動向 及び各国の状況

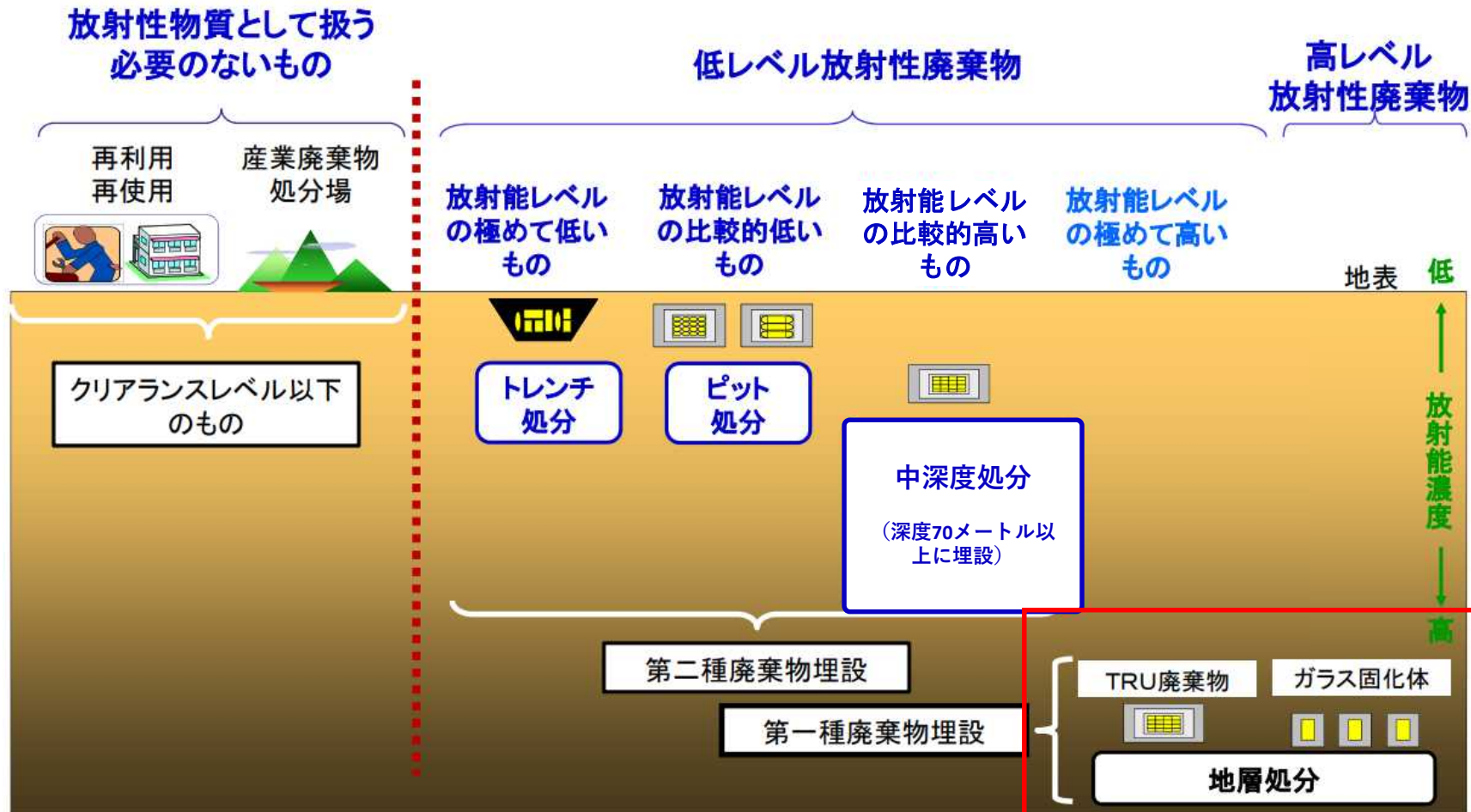
令和4年3月3日

原子力規制庁 研究炉等審査部門

1. 地層処分における日本の動向

1.1 基本的概念

- 地層処分とは、使用済燃料の再処理過程で発生する高レベル放射性廃棄物や一部の低レベル放射性廃棄物を、将来の人間の管理に委ねずに済むように、地下深くの安定した岩盤に閉じ込め、人間の生活環境から隔離して処分する方法をいう（引用：資源エネルギー庁HP）。
- 概念図

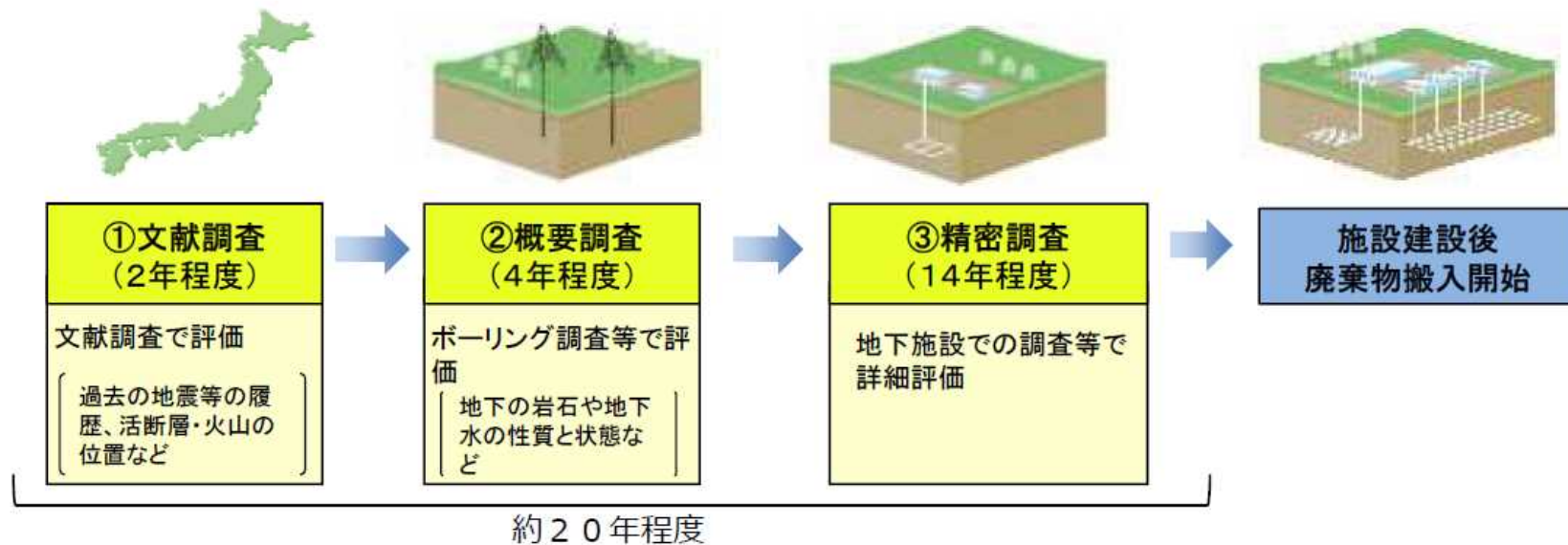


炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について（平成28年8月）を一部修正

1.2 特定放射性廃棄物の最終処分に係る法律

- 2000年に、高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)を地層処分するための制度として最終処分法(「特定放射性廃棄物の最終処分に係る法律」)が成立。3段階の処分地選定プロセスを設定。
- 電気事業者が中心となって、処分地選定を含む処分事業の実施主体としてNUMO(ニューモ:原子力発電環境整備機構)を設立(経済産業大臣が認可)。

◆最終処分法で定められた選定プロセス



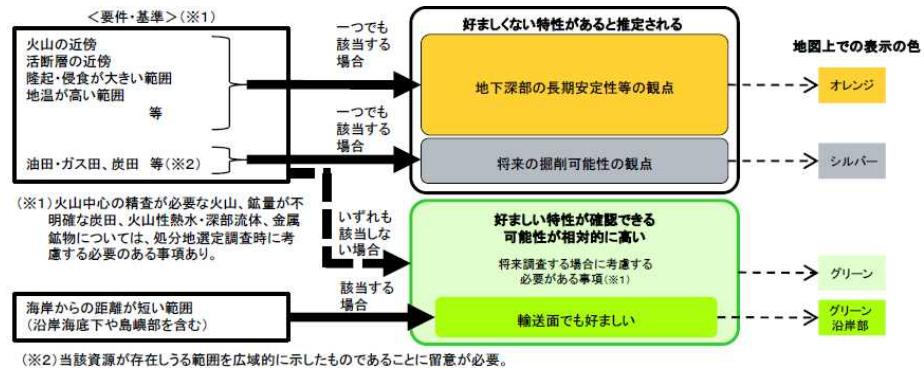
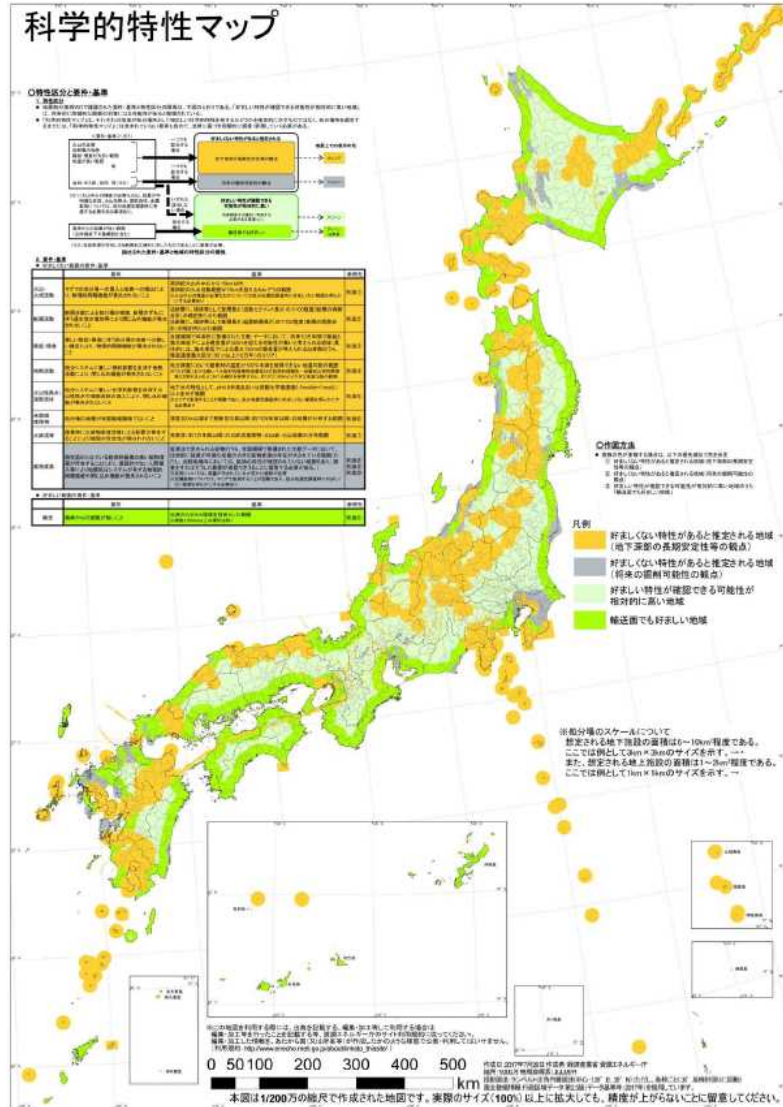
※各調査段階において、地元自治体の意見を聴き、これを十分に尊重する(反対の場合には次の段階へ進まない)。

平成27年度第1回原子力規制委員会(平成27年4月1日)資料1を一部修正

- 令和2年11月に、北海道の寿都町と神恵内村にて「①文献調査」が開始。

1.3 科学的特性マップ (2017年7月経済産業省作成)

- 地層処分を行う場所を選ぶ際にどのような科学的特性を考慮する必要があるのか、それらは日本全国にどのように分布しているか、といったことを大まかに俯瞰できるよう、マップの形で示すもの。



好ましくない範囲の要件・基準

	要件	基準
火山・火成活動	火山の周囲 (マグマが処分場を貫くことを防止)	火山の中心から半径15km以内等
断層活動	活断層の影響が大きいところ (断層のずれによる処分場の破壊等を防止)	主な活断層 (断層長10km以上) の両側一定距離 (断層長×0.01) 以内
隆起・侵食	隆起と海面の低下により将来大きな侵食量が想定されるところ (処分場が地表に接近することを防止)	10万年間に300mを超える隆起の可能性がある、過去の隆起量が大きな沿岸部
地熱活動	地熱の大きいところ (人工バリアの機能低下を防止)	15℃/100mより大きな地温勾配
火山性熱水・深部流体	高い酸性的地下水等があるところ (人工バリアの機能低下を防止)	pH4.8未満等
軟弱な地盤	処分場の地層が軟弱なところ (建設・作業時の地下施設の崩落事故を防止)	約78万年前以降の地層が300m以深に分布
火砕流等の影響	火砕流などが及ぶところ (建設・作業時の地上施設の破壊を防止)	約1万年前以降の火砕流等が分布
鉱物資源	鉱物資源が分布するところ (資源の採掘に伴う人間侵入を防止)	石炭・石油・天然ガス・金属鉱物が賦存

図：科学的特性マップ (2017.7)、表：資源エネルギー庁HP https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/rw/kagakutekitokuseimap/ を引用

1.4 科学的特性マップの火山・火成活動について

火山・火成活動

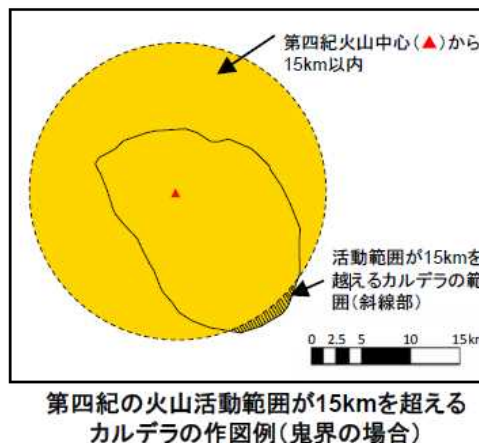
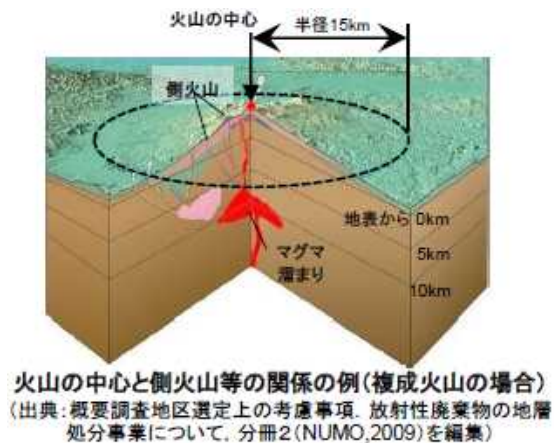
○好ましくない範囲の要件と基準：

	要件	基準	参照先
火山・火成活動	マグマの処分場への貫入と地表への噴出により、物理的隔離機能が喪失されないこと	第四紀火山の中心から15km以内 第四紀の火山活動範囲が15kmを超えるカルデラの範囲 ※火山中心の精査が必要なものについては処分地選定調査時に好ましくない範囲を明らかにする必要あり	別添①

※使用文献・データ：日本の火山（第3版）、日本の第四紀火山カタログ

○基準の設定理由（抜粋）：

- ・ 第四紀火山の中心及び個別火山体（側火山等）*の分布に基づく、97.7%の火山で、火山中心から半径15kmの範囲内に個別火山体が収まっている。
- ・ カルデラ火山については、カルデラ内は、過去の噴火活動等により地下数kmまでの範囲で様々な擾乱を受けている可能性が高いことから、半径が15kmを超える場合についてもカルデラ内は好ましくない範囲と考える。



*個々の第四紀火山は、一般的に、主火道とそれから分岐した複数の火道を持ち、それにより形成される複数の側火山などの個別火山体によって構成されている。

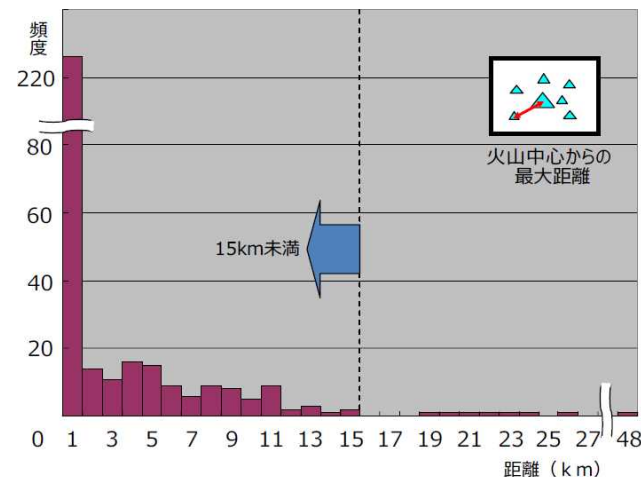
図：「科学的特性マップ」の説明資料(2017.7)より引用

1.4 科学的特性マップの火山・火成活動について

• 火山・火成活動

○その他、留意点（抜粋）：

- 火山の中心から半径15kmより外側についても、～、処分地選定調査の中でマグマの状況を含む地下の状況を注意深く調査することが必要。
- 現在火山のない場所に、将来、新たな火山が発生する可能性も考慮する必要がある。～、将来新たな火山・火成活動が生じる可能性の高い地域は回避すべきである。
- 現在、上部マントル内にマグマが発生・上昇する温度・圧力条件が存在しない地域においても、将来、その条件が発生する可能性があるか否かについて、マントル物質の対流モデル等を加えて新たな評価モデルを構築することが望ましい。
- 複成火山は、～、一律的に最高標高を火山中心と見做すことは合理的である。～。一方、単成火山群は、～その火山群の中で最も標高の高い地点を火山群の火山中心とみなすことができない。



図：地層処分に関する地域の科学的な特性の提示に係る要件・基準の検討結果（地層処分技術WGとりまとめ）（2017.4）より引用

図 3.3.1.1 第四紀火山の中心と個別の火山体間の最大距離と頻度¹⁴（第四紀火山カタログ委員会編（1999）を基に作成した NUMO（2004）に加筆）

2. 地層処分における各国の状況

2.1 世界的な動向

- 世界各国及び国際機関等で様々な処分方法が検討されてきた結果、「地層処分」が最適であるとの認識が国際的に共有。実際に検討中もしくは施設建設が進んでいる国も多くある。

- 建設・申請が進んでいる国

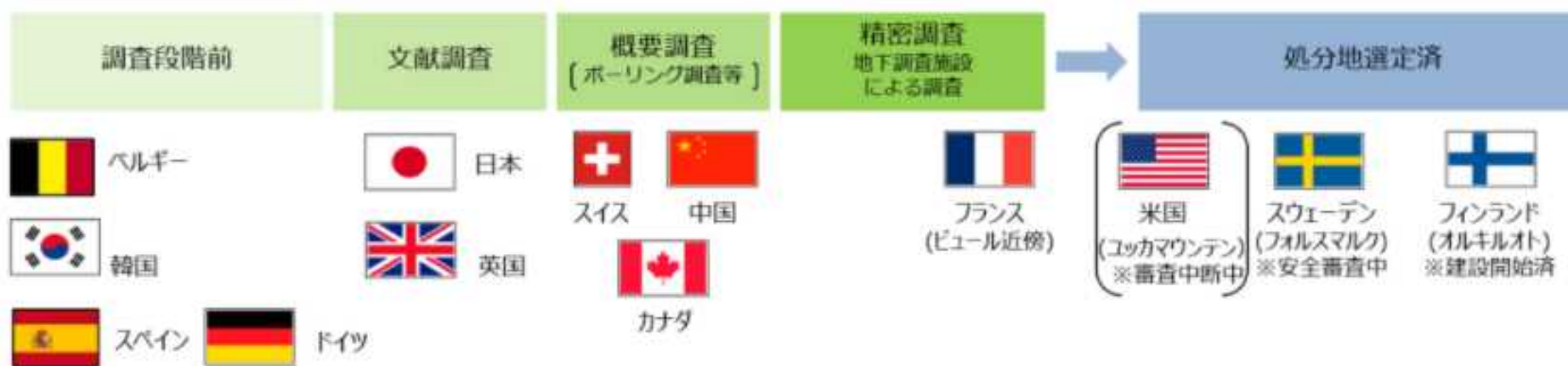
フィンランド（施設建設中、操業許可を申請）*1、
スウェーデン（建設許可済）*1、フランス*2、米国*2

- 処分を検討中の国

スイス*2、カナダ*1、中国*2、英国*2、ドイツ*2、韓国*1、ベルギー*2、
スペイン*2

*1：地層処分対象廃棄物として、使用済燃料を検討

*2：地層処分対象廃棄物として、使用済燃料、使用済燃料を再処理したガラス固化体の両方を検討



2.2 設置場所の火山及び深度に関する規制要件

	フィンランド	スウェーデン	米国	フランス	スイス
火山に関する規制要件	—	—	第四紀の始まり以降の火成活動は避ける	—	—
深度（規制要件）	深さ数100m	—	地表から深さ最低300m	最小深度150m～200m程度	—
その他立地に関する規制要件	天然資源	安定な地層	侵食天然資源	—	天然資源

- 米国の火山の取り扱い（10 CFR Part 60 122. Site Criteria）

処分場の隔離に潜在的に有害な影響を与える可能性のある条件：

⇒ 第四紀以降の火成活動の痕跡

火成現象を考慮する時間スケールは人工システムに依存する期間よりはるかに大きく、潜在的な火成活動の長期評価にはかなりの不確実性が存在する

処分場が乱され、廃棄物の隔離が損なわれる可能性を排除

(ANALYSIS OF NRC REGULATORY HISTORY AND INTENT RELATIVE TO VOLCANIC AND MAGMATIC ACTIVITY, NRC, 1992)

3. 原子力規制委員会における検討

平成27年5月に閣議決定された「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針」では、「原子力規制委員会は、最終処分に関する安全の確保のための規制に関する事項について、順次整備し、それを厳正に運用することが必要である。原子力規制委員会は、概要調査地区等の選定が合理的に進められるよう、その進捗に応じ、将来の安全規制の具体的な審査等に予断を与えないとの大前提の下、概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項を順次示すことが適当である。」とされている。



原子力規制委員会は、今後の概要調査地区等の選定時に安全確保上少なくとも考慮されるべき事項(考慮事項)の検討を行い、提示する*。

検討対象

- 自然事象については、断層運動、地すべり、火山現象、侵食
- 人為事象については、鉱物資源等の掘採

放射性廃棄物の放射能特性

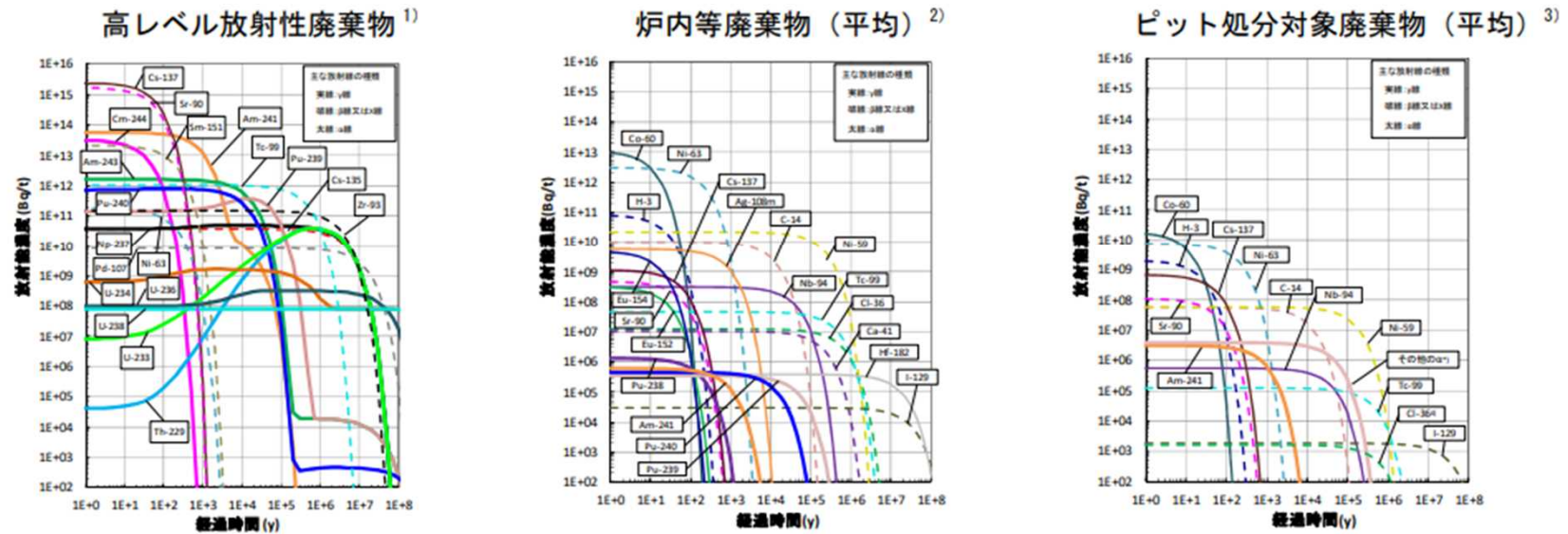


図1 放射性廃棄物の放射能濃度と時間の関係

*) 半減期はPu-239で代表

- 1) 「高レベル放射性廃棄物ガラス固化体のインベントリ評価」核燃料サイクル開発機構東海事業所（平成11年11月）の核燃料の燃焼条件等に基づき、原子力規制庁が計算
- 2) BWR、PWR、GCRの運転及び解体廃棄物の平均放射能濃度（＝総放射能量／廃棄体総重量）（電気事業連合会「余裕深度処分対象廃棄物に関する基本データ集（一部改訂）」（平成28年8月23日）より作図）
- 3) JNFL2号埋設（ピット処分）事業許可申請書記載の平均放射能濃度（日本原燃株式会社「六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センター 廃棄物埋設事業変更許可申請書」（平成9年1月）より作図）
- 4) 日本原燃株式会社「日本原燃（株）六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターにおける低レベル放射性廃棄物の線量評価と今後の対応について」（平成23年8月31日）より作図